

**Vergleichende Untersuchungen
über die Blutbildung in der Ontogenese von
Haushuhn (*Gallus gallus* L.) und Star (*Sturnus v. vulgaris* L.)**

INAUGURALDISSERTATION

zur Erlangung der philosophischen Doktorwürde
vorgelegt der
Philosophisch-naturwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Basel

von

ADELHEID SANDREUTER

aus Basel



1951

Verlag von S. Karger in Basel

Genehmigt
von der Philosophisch-naturwissenschaftlichen Fakultät
auf Antrag der Herren Prof. A. Portmann und R. Geigy

Basel, den 1. Juli 1947.

Der Dekan:
L. Vonderschmitt



Separatum aus «Acta Anatomica» Supplementum 1 ad
Vol. XI (1951)

INHALT

Einleitung	1
Material und Technik	3
Zur Genese der acidophilen Vogelleukocyten	4
I. Die embryonale und präjuvenile Blutbildung in Leber, Milz und Knochenmark.	7
A. <i>Haushuhn</i> (<i>Gallus gallus</i> L.)	7
B. <i>Star</i> (<i>Sturnus v. vulgaris</i> L.)	12
C. Vergleich: <i>Haushuhn-Star</i>	16
II. Die Veränderungen des Blutbildes während der spätembryonalen und postembryonalen Entwicklungsperiode	18
1. Weisses Blutbild.	18
2. Rotes Blutbild	23
a) Unreife Erythrocyten	24
b) Erythrocytengrösse	27
c) Erythrocytenzahl und Hämoglobingehalt	30
d) Der Gruppentypus der Erythrocyten: <i>Galli-Passer</i> es	35
Diskussion der Ergebnisse	36
Verwendete Abkürzungen	40
Tabellen	41
Zusammenfassung, Résumé, Summary	56
Literaturverzeichnis	58
Bildtafeln (1—12)	61

Meinen Eltern
Peter und Vally Mörikofer
in Dankbarkeit

EINLEITUNG

Vorliegende Arbeit ist im Rahmen der Untersuchungen entstanden, die über die Nestflüchter- und Nesthockerontogenese der Vögel seit 1935 in der Zoologischen Anstalt Basel im Gange sind (siehe *Portmann* 1935, 1938, 1942, 1946, 1947).

Unsere Untersuchungen gingen aus von der Beobachtung, dass in der Postembryonalentwicklung des Stars auffallend hohe Frisch- und Trockengewichte der Leber und Milz auftreten, die das Normalgewicht des adulten Organs weit überschreiten. Die histologische Analyse ergab, dass das Milzübergewicht des 30.—100. pe Tags durch eine vorübergehende Vermehrung des lymphatischen Gewebes verursacht wird, wie sie während der Juvenilperiode auch bei Säuger und Mensch in allen lymphopoietischen Herden auftritt.

Dass diese generelle Entwicklungserscheinung beim Star ein so viel grösseres Ausmass annimmt, als bei Hühnervögeln, liess auch für die übrigen Komponenten des hämopoietischen Systems (Erythropoiese und Granulopoiese) bedeutende gruppentypische Entwicklungsunterschiede erwarten, was uns veranlasste, alle wichtigen, definitiven und transitorischen blutbildenden Organe wie Leber, Milz, Knochenmark, die Coeca der Passeres, Thymus und Bursa Fabricii, sowie den zellulären Anteil des Zirkulationsblutes in unsre Untersuchungen einzubeziehen. Im Laufe der Arbeit erwies sich jedoch das bearbeitete Gebiet als zu umfangreich. Höhenphysiologische Untersuchungen über die Anpassungsfähigkeit des hämopoietischen Systems bei Haushuhn und Star, die ich 1941 an der Hochalpinen Forschungsstation Jungfraujoch (3457 m ü. M.) durchführte (*Sandreuter* 1945), bestätigten die Notwendigkeit einer engeren Abgrenzung der Fragestellung.

Es wurden ausschliesslich Faktoren bearbeitet, die ausgesprochenen arttypischen Unterschieden unterworfen sind. Als Vertreter des hämopoietischen Systems wählten wir Leber, Milz und Knochenmark, wobei nicht die Differenzierung des gesamten Gewebes, sondern nur die hämopoietischen Entwicklungsvorgänge geschildert werden sollen. (Theoretische Fragen über die Abstammung der verschiedenen Blutzellarten werden in dieser Arbeit nicht berührt.)

Die Analyse des Zirkulationsblutes wurde auf die prozentuale Zusammensetzung des Blutbildes, auf Grösse, Zahl und Hb-Gehalt der Erythrocyten beschränkt.

Da sich schon für die Abgrenzung des Gruppentypus beim adulten Tier für das Blutbild verschiedener Gruppenvertreter bedeutende Schwierigkeiten ergaben, begrenzten wir unsere Aufgabe auf den Nachweis der arttypischen Unterschiede zweier, durch

eine extrem verschiedene Cerebralisation ausgezeichneter Vogeltypen (*Gallus gallus* L. und *Sturnus v. vulgaris* L.). Die Postembryonalentwicklung der Blutbildung und des Blutbildes ist für das Haushuhn ungenügend, bei Passerinen bisher nicht untersucht, weshalb wir diese Entwicklungsperiode ins Zentrum stellen. Die embryonalen Entwicklungsvorgänge sind nur insofern berücksichtigt worden, als sie, bei der unterschiedlichen Brutdauer der verglichenen Vogelarten, für die Vorbereitung auf den Schlüpfzustand wichtig sind.

Unsere Ergebnisse sind als Basis für weitere und umfassendere Untersuchungen zu werten. Eine klare Abgrenzung hämatologischer Merkmale für die systematischen Gruppen kann bei der Vielfältigkeit der zu bearbeitenden Gebiete erst an Hand eines ausgedehnten, vollständigen Untersuchungsmateriales vorgenommen werden. Diese Studien sollen mithelfen, die Frage zu klären, inwiefern die höher cerebralisierten Vogelgruppen in ihrem Stoffwechsel sich von rangniedrigeren unterscheiden.

Für die geistige Lenkung meiner Arbeit und die vielfältigen reichen Anregungen während der Studienzeit danke ich meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Adolf Portmann, von Herzen. Herzlichen Dank möchte ich auch Herrn Dr. E. Undritz aussprechen für seine wertvollen hämatologischen Ratschläge und das rege Interesse an meinem Arbeitsgebiet. Ganz besonders danke ich auch den Herren Dr. E. Sutter und Dr. F. Schifferli für den Beistand beim Starenfang. Fräulein Dr. K. Schäffer bin ich zu grossem Dank verpflichtet, dass sie mir bei der Anfertigung der Mikrophotographien geholfen hat.

MATERIAL UND TECHNIK

a) *Material.*

Blutbild und Blutbildung wurden bei *Gallus gallus* L. (weisse Leghornrasse mit einfachem Kamm) und *Sturnus v. vulgaris* L. untersucht. Flugfähigkeit und Unabhängigkeit vom Altvogel entwickeln sich beim Leghorn in der 2.—4. Lebenswoche.

Der Star schlüpft am 12./13. Entwicklungstag. Im Unterschied zum Huhn, wo Präjuvenil- und Juvenilphase allmählich ineinander übergehen, ist die Präjuvenilzeit (vgl. Sutter 1943) des Stars klar abgegrenzt. Die Selbständigkeit des Jungvogels ist mit der 4. pe Woche erreicht. Nach einer 19—21-tägigen Nestperiode werden die flüggen Jungen noch ca. eine Woche von den Eltern geführt.

Das Material setzt sich zusammen aus 23 Leghornembryonen vom 8.—20. Bruttag, 6 frischgeschlüpften Kücken und 25 Kücken im Alter von 1—30 Tagen, 22, 47—330-tägigen Junghühnern, sowie 5 erwachsenen Hennen ($2\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{2}$ Jahre alt) und 5 Hähnen ($1\frac{1}{2}$ —2 Jahre alt).

Der Star ist mit 18 Embryonen des 8.—12. Bruttags, 8 frischgeschlüpften Jungen, 10 Nestlingen und 68 Jungstaren im Alter von 22—340 Tagen vertreten. Zur Bestimmung der Adultnorm verwendete ich 16 ♂ und 16 ♀.

Die ausgewachsenen Staren sind Freilandtiere, während die Jungstaren teilweise im Laboratorium aufgezogen worden sind. Die Altersbestimmung wurde mit der Methode von Sutter (1943) nach Entwicklungsstadien durchgeführt.

Der Entwicklungsablauf der Blutbildung ist bei Freiland- und Käfigvögeln nicht unterschieden.

Stichproben wurden ferner an Wachtel, Bambuswachtel, Rebhuhn, Goldfasan, Edelfasan, Zwerghuhn, Japanisches Seidenhuhn und Pfau, Hausspatz, Amsel, Alpendohle, Dohle und Kolkrabe durchgeführt.

b) *Technik**Blut*

Blutproben für Blutaustrieche wurden mittels Schnäpper aus der Zehenbeere entnommen. Bei grossen Vögeln genügte das Zehenblut auch für die Bestimmung von Erythrocytenzahl und Hb-Gehalt. Kleinen Vögeln wurde für grössere Blutmengen die Flügelvene punktiert, das Embryonalblut durch Herzpunktion gewonnen.

Blutaustrieche: Der zweite und dritte Blutstropfen wurde mit geschliffenem Deckglas auf dem Objektträger ausgezogen, mit Knoll'scher Peroxydase-Reaktion und nachfolgender Giemsa-Färbung (Undritz 1939, Seite 16) behandelt, oder nach May-Grünwald-Giemsa (Undritz 1939, Seite 3) gefärbt.

Zur Differenzierung des weissen Blutbildes wurden für jede Blutprobe aus zwei Präparaten 500 Zellen ausgezählt. Dasselbe gilt für die Zählung der unreifen Erythrocyten, die als Prozente der reifen Erythrocyten berechnet wurden.

Als Masstab der Erythrocytengrösse berechnete ich aus Länge $\times$ Breite der Erythrocyten einen Flächenindex, der dem Durchschnitt von 100 Messungen entspricht.

Zur Erythrocyten-Zählung wurde die Thoma'sche Zählkammer benützt, zur Hb-Bestimmung der Zeiss Ikon Härometer mit 3 Minuten-Ablesung.

Hämopoietische Organe

Leber, Milz und Knochenmarksblutbildung wurden an Schnitt- und Ausstrichpräparaten untersucht.

Schnitte. Organstücke von ca. 3 mm Kantenlänge wurden lebendfrisch in körperwarmer (38 — 40° C) Helly'scher Flüssigkeit während 3—5 Stunden fixiert.

(Das Mark der Röhrenknochen, das in den frühen Entwicklungsstadien eine dickflüssige Konsistenz aufweist, wurde in situ fixiert. Humerus und Femurstücke können beim Leghorn bis zum Schlüpfstag, beim Star bis zum 3. pe Tag ohne Entkalken ge-

schnitten werden. Mit zunehmendem Alter verfestigt sich die Markkonsistenz. Durch sorgfältiges Spalten der Knochenröhren lassen sich unverletzte Marksäulen isolieren.) Das Auswaschen, Entwässern und Einbetten in Paraffin erfolgte über Xylol oder Methylbenzoat nach den Vorschriften von Romeis. Um das Schrumpfen der Blutzellen zu vermeiden, mussten möglichst geringe Alkoholstufen (Differenz maximal 5%) und kurze Zeiten (Maximum 30 Minuten pro Konzentrationsstufe) eingehalten werden.

Zur spezifischen Darstellung der Blutzellen wurde mit *Giemsa* und *May-Grünwald-Giemsa* gefärbt. Um Übersichtsbilder grösserer Organstücke zu erhalten, erzielten wir auch nach *Susa-* und *Zenker-Fixierung* mit *Dominici-Färbung* ein günstiges Resultat.

Ausstrichpräparate. Die lebendfrischen Organe wurden mit einer Rasierklinge angeschnitten und die glatte Schnittfläche mit leichtem Druck auf dem Objektträger abgetupft. Beim Auflegen der Organfläche wurden seitliche Verschiebungen vermieden, sodass die Blutzellen unbeschädigt übertragen wurden und ihre normale Lagebeziehung erhalten blieb.

Die Weiterbehandlung der lufttrockenen Organausstriche mit *May-Grünwald-Giemsa-Färbung* und *Knoll'scher Peroxydase-Reaktion* erfolgte wie beim Blutausstrich.

Als Vergleichszahl wurde für die Werte des ausgewachsenen Tiers eine *Adultnorm* bestimmt, die dem arithmetischen Mittel der Adultwerte entspricht. Den Variationsbereich der Adultwerte bezeichne ich als *Adultbereich*.

Bei den zahlenmässig schwer fassbaren Vorgängen der Blutbildung stellt die *Adultnorm* den normalen Zustand der Hämatopoiese des ausgewachsenen Organismus dar.

Für das Leghorn, das einen starken Geschlechtsdimorphismus des Blutbilds zeigt, wurde zum Vergleich mit den embryonalen und postembryonalen Werten die weibliche *Adultnorm* gewählt.

ZUR GENESE DER ACIDOPHILEN VOGELLEUKOCYTEN

Über die Entstehung der *acidophilen kristalloidgranulierten Vogelleukocyten* liegen folgende Beobachtungen vor: *Cullen* (1902), *Loewenthal* (1909), *Dantschakoff* (1908, 1909, 1916), *Kollmann* (1911), *Mjassojedoff* (1929), *Forkner* (1929) und *Shaw* (1933) stellen einen Formunterschied der Granulationen der reifen und unreifen Granulocyten fest. Während die jüngsten Myelocytenstadien kugelförmige Einschlüsse enthalten, zeigen die Granula der reifen, segmentkernigen Leukocyten eine spitz ausgezogene spindelförmige Gestalt. Die Umformung der Körnchen wurde im Metamyelocytenstadium festgestellt. Nach *Loewenthal*, *Kollmann* und *Shaw* kommen auf diesem Stadium oft Kugel- und Spindelkörnchen nebeneinander vor. Nach *Shaw* treten als Übergangsstufe dieser beiden Granulaformen haferkornförmige Einschlüsse auf. Auch *Dantschakoff* und *Mjassojedoff* beschreiben eine ähnliche Ausformung der spitzausgezogenen spindelförmigen Granulationen über breitovale bis schwach zugespitzte Spindelformen, die der Reifung der Myelocytenkerne parallel verläuft. *Dantschakoff*, *Kollmann*, *Mjassojedoff* und *Forkner* stellen Unterschiede der Färbbarkeit der beiden Granulaformen fest. Während alle kristalloiden Einschlüsse mit zunehmender Reife eine steigende Acidophilie aufweisen, zeigen die amorphen kugelförmigen Granulationen oft eine metachromatische (amphophile, neutrophile) bis rein basophile Reaktion.

Über die Genese der *acidophilen amorph-granulierten Vogelleukocyten* ist wenig bekannt. Nach *Cullen* geht die acidophile Granulation aus ebenfalls amorphen, aber basophilen bis metachromatischen Granulationen junger Myelocyten hervor. Auch *Shaw* stellt in unreifen Zellen azurophile Körnchen fest.

Eigene Resultate

Die Genese der acidophilen Vogelleukocyten wurde an Abstrichpräparaten von Leber, Milz und Knochenmark bei Haushuhn (weisse Leghornrasse mit einfachem Kamm), Truthuhn, Wachtel, Elster, Star, Haussperling und Rabenkrähe untersucht.

Tafel I gibt die schematische Darstellung der einzelnen Entwicklungsstadien der acidophilen Vogelgranulocyten. Auf Tafel II sind Microphotographien der entsprechenden Zellformen zusammengestellt.

In allen Fällen wo eine Analogie mit den menschlichen Verhältnissen vorliegt, wird die Terminologie der Humanhämatologie nach *Undritz*¹⁾ verwendet.

Neutrophile (acidophile, kristalloid-granulierte Vogelleukocyten)

Promyelocyten

Die ersten Progranula stellen äusserst feine, intensiv azurophil gefärbte, kugelförmige Körner dar, die in geringer Zahl an der Zellperipherie über Kern und Protoplasma verteilt sind.

Die Nukleolen der Promyelocytenkerne sind als zwei länglich-ovale, wenig dunkler gefärbte Körper im diffus verteilten Chromatin scharf abgegrenzt. Neben rundkernigen Formen mit schmalen, homogen gefärbtem Protoplasmaring kommen plasmareichere Zellen vor, die in der Umgebung des breit-ovalen, oft schwach eingedellten Kerns Aufhellungen des basophilen Protoplasmas zeigen. Grosse halbmondförmige Sphären treten bei den feingranulierten Promyelocyten I nur selten auf.

Dagegen finden sie sich regelmässig in den Promyelocyten II, die reichere, grobkörnigere Azurgranulation enthalten. Die einzelnen Kugeln dieser Granulaform sind oft nur an der Peripherie gefärbt. Der fortschreitenden Protoplasmaaufhellung, die von der Kernbucht der Promyelocyten I auszugehen scheint, entsprechen Vermehrung und zunehmende Grösse der azurophilen Granulation.

Im Promyelocyten II entsteht die definitive acidophile Granulation. In der Sphäre von neutrophilen Promyelocyten II, die noch relativ stark basophiles Protoplasma enthalten, häufiger in der Kernbucht bereits aufgehellter, reichgranulierter Promyelocyten II mit grobkörniger Azurgranulation, sind feine eosinophile Körner zu erkennen. Im Unterschied zur Azurgranulation, die an der Oberfläche der Zellen liegt, treten die eosinophilen Einschlüsse im Innern des Protoplasmakörpers auf.

Myelocyten

Abb. 44, Tafel IX zeigt halbreife Myelocyten, die neben den kugelförmigen Progranula grobkörnige, acidophile Brocken von unregelmässiger Gestalt enthalten. Während die acidophile Körnelung dieses Myelocytenstadiums eine vielkantige Rundform besitzt, treten in reiferen Myelocyten länglich-vielkantige bis haferkornförmige acidophile Einschlüsse auf. Abb. 5, Tafel II gibt das charakteristische Bild eines nahezu reifen Myelocyten, der neben der azurophilen Progranula zwei verschiedene Formen acidophiler Granulationen ausgebildet hat. Die Nukleolen sind vom Chromatin verdeckt. Der breitovale, oft nierenförmige Kern ist von zahlreichen kleinen, unregelmässig geformten bis grossen, haferkornförmigen, kristalloiden, eosinophilen Einschlüssen umgeben. An der Zellperipherie kommen nur noch vereinzelte amorphe azurophile Körner vor.

Metamyelocyten

Das Chromatin des breiten, mehr oder weniger stark eingebuchteten Kerns ist verdichtet und zeigt eine schollige, aber noch relativ lockere Struktur. Ferner ist dieses Stadium durch die Ausformung der eosinophilen Spindelgranula charakterisiert.

¹⁾ Schweiz. med. Wschr. 1946, 76. Jahrg., Nr. 5 u. 6.

Abb. 49, Tafel IX zeigt verschiedene Reifestadien der eosinophilen Granula. Neben Metamyelocyten, mit allen Übergangsformen der breit ovalen, stumpfen Körner bis zur schlanken, scharf zugespitzten Spindelgestalt, kommen Zellen vor, die nur ausgeformte Einschlüsse enthalten.

Eosinophile (acidophile, amorph-granulierte Leukocyten)

Promyelocyten

Kern und Protoplasma zeigen in allen Entwicklungsstadien eine intensivere basophile Reaktion, als bei der kristalloidgranulierten Leukocytenform. Die Nukleolen des meist excentrisch gelagerten, runden Kerns sind im dichten Chromatin schwer zu unterscheiden. Das Protoplasma besitzt in allen Fällen eine homogene, stark basophile Reaktion und bildet im Unterschied zu den neutrophilen Promyelocyten keine aufgehellten Sphären aus. Im Promyelocyten I erscheinen bereits die ersten Körner der spezifischen Granulation. Im breiten Teil des Protoplasmasaumes, häufig auch an der Oberfläche des Kerns sind achromatische, feinkörnige Einschlüsse zu erkennen, die, wie die definitive acidophile Granulation der reifen Eosinophilen im durchfallenden Licht eine scharf konturierte Kreisform zeigen und stark lichtbrechend sind.

Im Promyelocyten II sind die Granulationen vermehrt und von vereinzelt azurophilen bis eosinophilen Körnern durchsetzt.

Myelocyten

Die Granula des Myelocyten sind vergrößert und füllen den ganzen, immer noch stark basophilen Protoplasmakörper aus. Mit dem Wachstum der einzelnen Körner entwickelt sich die acidophile Reaktion. Neben den grössten, stark eosinophilen Körnern treten in allen Myelocytenstadien immer noch mittelgrosse, schwach eosinophile und kleine, völlig achromatische Granula auf. Die verschiedensten Grössenstufen und alle Übergänge unterschiedlicher Farbreaktion kommen in ein und derselben Zelle vor. Während im halbreifen Myelocyten noch ein relativ hoher Anteil an achromatischen Körnern und auch noch vereinzelt azurophile Granula zu finden sind, zeichnet sich der reife Myelocyt durch das Fehlen azurophiler Körner und durch die weitgehend ausgefärbten spezifischen Granulationen aus.

Metamyelocyten

Im Metamyelocyten ist der Kern mehr oder weniger eingebuchtet und zeigt eine schollige, aber noch lockere Chromatinstruktur. Die eosinophilen Granula sind von gleichmässiger Grösse und gleichmässig ausgefärbt. Sie zeigen wie die achromatischen Einschlüsse der Promyelocyten I die scharfmarkierte, kreisförmige Kontur und starke Lichtbrechung, die auch für die Granulationen der Eosinophilen von Mensch und Säugetieren typisch sind.

Der schwachen acidophilen Reaktion der unreifen Myelocyten entspricht die erste positive Peroxydase-Reaktion. Mit vermehrter Ausbildung der Acidophilie wird auch der Grad der peroxydase-positiven Reaktion erhöht. Stabkernige und segmentkernige Eosinophile besitzen die stärkste Peroxydase-Reaktion.

Für die kristalloid-granulierten acidophilen Vogelleukocyten, deren Spindelgranulation bei den Säugern keine Entsprechung findet, wurde von *Soloucha (1908)*, *Kasarinoff (1910)*, *Mjassojedoff (1929)*, *Shaw (1933)* und *Undritz (1939)* eine funktionelle Übereinstimmung mit den echten Neutrophilen der Säuger und des Menschen festgestellt. Vergleichende Untersuchungen über die *Genese* der acidophilen Granulocyten bei Vogel und Säugetieren wurden bisher nicht durchgeführt. Dagegen hat *Undritz (1939)* die Stellung der Pseudoeosinophilen der Kaninchen sichergestellt, indem er für ihre

Genese eine klare Übereinstimmung mit der Entstehung der menschlichen Neutrophilen nachgewiesen hat.

Der Vergleich unserer Resultate mit den Befunden am Kaninchenknochenmark zeigt, dass die Entstehung der *acidophilen, kristalloiden Granula* der Vogelleukocyten vollständig der Ausbildung der Granula der Neutrophilen (Pseudoeosinophilen) beim Kaninchen entspricht.

In beiden Fällen entsteht die definitive Granulation als von Anfang an acidophile, feinkörnige Substanz in der Kernbucht reich granulierter, azurophiler Promyelocyten II. Im Unterschied zur Azurgranulation der Promyelocyten II, die sich nur an der Peripherie der Zelle findet, treten die acidophilen Körner im Inneren des Protoplasmakörpers auf. Die Verschiedenheit der beiden Granula-Arten betrifft nur die Endgestalt. Während die acidophile Substanz beim Kaninchen als feine, rundliche Körner bestehen bleibt, wird sie beim Vogel zu grobkörnigen, kristalloiden Spindelgranula ausgeformt.

Auch die Genese der *amorphen acidophilen Granulation* zeigt bei Vogel und Säuger keinen prinzipiellen Unterschied.

Im Gegensatz zu den Neutrophilen, die im Verlauf der Genese zwei verschiedene Arten von Granulationen (amorphe, azurophile Progranula und definitive, kristalloide eosinophile Granulation) ausbilden, entwickeln die Eosinophilen nur die definitive Granulation. Die Struktur der Promyelocytengranulation entspricht von Anfang an den reifen eosinophilen Granula (scharfgezeichnete Kreiskontur und starke Lichtbrechung) und ist von ihr nur durch Grösse und Farbreaktion verschieden. Ausser den azurophilen Körnern, die als unreife Vorstufen der eosinophilen Granulation auch für Mensch und Kaninchen beschrieben wurden, kommt beim Vogel in Promyelocyten und Myelocyten ein frühes achromatisches Stadium der unreifen Granulationen vor.

I. DIE EMBRYONALE UND PRÄJUVENILE BLUTBILDUNG IN LEBER, MILZ UND KNOCHENMARK

A. HAUSHUHN (*Gallus gallus L.*)

Adultnorm

In Übereinstimmung mit den Befunden von *Mjassojedoff* und *Forkner*, die am Bentham'schen, russischen und Plymouth Rock-Huhn ermittelt wurden, ergibt sich für die Hämatopoiese der weissen Leghornrasse in Leber, Milz und Knochenmark folgendes Resultat:

Leber

Lymphopoiese findet sich in den lymphoiden Infiltrationen der Gefäss-Scheiden, die häufig Follikel ausgebildet haben. Am Rande dieser lymphatischen Herde kommen reife Granulocyten, vereinzelte basophile und neutrophile Myelocyten und Plasmazellen vor.

Milz

Die weisse Pulpa lässt in vielen Fällen keine klare Differenzierung von Follikeln und Arterienscheiden erkennen. Mitosen der lymphoiden Elemente sind im gesamten

Gebiet der weissen Pulpa verteilt. Die Randzone des lymphatischen Gewebes ist häufig von reifen und unreifen Granulocyten, Monocyten und Plasmazellen infiltriert, die in geringerer Zahl auch in den Maschen der roten Pulpa zerstreut sind.

Knochenmark

Die Erythropoiese ist auf die Sinusoide des Knochenmarks beschränkt. Die Granulocyten der intervaskulären Räume zeigen eine ausgesprochene Dominanz der neutrophilen Form, während die Elemente der eosinophilen und basophilen Reihe nur einen geringen Anteil der myeloiden Zellen ausmachen. Myeloblasten und Promyelocyten, sowie Stammzellen und frühe Entwicklungsstadien der erythroiden Form, kommen nicht häufig vor. Dagegen ist die überwiegende Zahl der reiferen Zellformen und ihrer Teilungsstadien typisch für das adulte Knochenmark. Neben den Granulocytenherden finden sich in den extravasculären Räumen zerstreut dichte Anhäufungen lymphadenoiden Gewebes, dessen Peripherie von basophilen und neutrophilen Myelocyten umgeben ist. Ferner finden sich intervaskuläre Herde von Monocyten und Plasmazellen. Osteoklasten sind stets vorhanden.

Die embryonale Blutbildung

Die embryonale Blutbildung des Haushuhns wurde von *Dantschakoff* (1907, 1908, a, b, c, 1909, 1916) eingehend untersucht. Über die Granulopoiese liegt eine zusammenfassende Arbeit von *Terni* (1924) vor.

Die Milz-Anlage (*Tonkoff* 1900) stellt am 4./5. Bebrütungstag ein dichtes, mesenchymatöses Syncytium dar. Am 5.—8. e Tag sieht *Dantschakoff* (1916) aus Mesenchymzellen zahlreiche Hämoctoblasten entstehen. Gleichzeitig setzt auch die Bildung des venösen Gefässnetzes ein. Vereinzelte Hämoctoblasten, die während der Sinusbildung von den Gefässendothelien umschlossen werden, bilden sich zu erythroiden Zellen aus. Die extravasculären Hämoctoblasten werden in den Maschen des homogenen Pulpanetzes zu acidophil-granulierten Leukocyten differenziert. Während die Erythropoiese an die Gefässbildung des 5.—9. e Tages gebunden ist, dauert die Granulopoiese bis ans Ende der Embryonalzeit fort. Vom 12./13. e Tag an bilden sich arterielle Gefässe, lymphoides Gewebe und Lymphfollikel aus. In der Umgebung der einwachsenden Kapillaren wird das Milzgewebe zum engmaschigen Reticulum der weissen Pulpa umgeformt. Aus den extravasculären Hämoctoblasten dieser Milzgebiete sieht *Dantschakoff* zahlreiche Generationen von kleineren Hämoctoblasten entstehen. Sie werden vom 15./17. e Tag an zu kleinen Lymphocyten differenziert.

Nach *Jolly* (1911) treten die ersten acidophilen Myelocyten erst mit dem 12. e Tag auf. Am 8. Bebrütungstag besteht die Milz aus einem dichten, homogenen Gewebe, das von Venensinus durchzogen wird. Erst am 10. e Tag werden einzelne Gruppen der Parenchymzellen zu Hämoctoblasten differenziert. Sie finden sich nach *Jolly* speziell in der Nähe der Venensinus und bilden vom 12. e Tag an acidophile Granulationen aus. Die maximale Granulopoiese wurde am 16./17. e Tag festgestellt. Die Menge der Vermehrungsstadien ist zu diesem Zeitpunkt so gross, dass die Milzpulpa ausdifferenziertem Knochenmark-Gewebe ähnlich sieht. Der Anteil der reiferen Granulocyten-Formen wird bis ans Ende der Embryonalzeit stark vermehrt.

Sichere Angaben über die Blutbildung der Leber sind in der Arbeit von *Haff* (1914) zu finden. Die Hämatopoiese geht von einem lockeren, extravasculären Reticulum aus, das sich aus den geschlossenen Kapillarendothelien und den Leberschläuchen enganliegenden Peritonealzellen entwickelt. Die indifferenten Bindegewebszellen (Reticulumzellen, Endothel- und Peritonealzellen) werden zu Erythrocyten und Granulocyten differenziert. Neben spärlicher Granulopoiese treten von der Mitte des 7. bis zum Beginn des 9. e Tags hauptsächlich Erythrocytenherde auf. Am Ende des 9. e Tags sind Kapillarendothel und Peritoneum, die auch zur Zeit der maximalen Blutbildung nur in den peripheren Organpartien reticuläre Wucherungen zeigen, auf ihren ursprünglichen Zustand zurückgebildet. Mit dem 11. Bebrütungstag beginnt in einem rasch wuchernden, perivasculären Bindegewebe eine intensive Granulopoiese, die am 14./15. e Tag ihren Höhepunkt erreicht. Sie klingt gegen das Ende der Embryonalzeit ab.

Während der ganzen hämopoietischen Phase treten *endotheliale Phagocyten* auf. Sie enthalten Erythrocyten- und Granulocyten-Reste.

Die Hämatopoiese des *Knochenmarks* setzt erst mit dem 12./13. e Tag ein. Der Beginn der Markhöhlenbildung wurde von *Dantschakoff* in Tibia, Femur und Humerus am 8./9. e Tag beobachtet. Zwischen dem 9. und 12. Bebrütungstag kommen in den einwuchernden Kapillaren nur reife Erythrocyten und kleine acidophile kristalloidgranulierte Leukocyten vor. Im intervaskulären mesenchymatösen Gewebe treten freie, ungranulierte, basophile Zellen verschiedener Grösse auf, die durch Abkugelung der sternförmigen Mesenchymzellen entstehen. Die kleinsten dieser Zellformen, welche nach *Dantschakoff* den kleinen Lymphocyten entsprechen, bilden feine acidophile Granula aus und werden zu kleinen, kristalloidgranulierten Elementen differenziert, die einen zweiseitigen Kern enthalten. Sie degenerieren im Reticulum oder werden von Mesenchymzellen phagocytiert. Zwischen dem 12. und 16. e Tag bilden sich die Mesenchymzellen zu Hämocytoblasten aus, die sich stark vermehren und teilweise in die Gefässe einwandern. Aus den extravasculären Hämocytoblasten entstehen grosse, acidophile kristalloidgranulierte Leukocyten mit bisegmentiertem Kern. Die intravasculären Hämocytoblasten, die wie im Dottersack die Sinusoide des venösen Gefässnetzes auskleiden, werden zu Erythrocyten differenziert. Am 13./14. e Tag erscheint auch die basophile Granulocyten-Form. Sie entsteht nach *Dantschakoff*, wie im Bindegewebe, aus den kleinen Lymphocyten des Markreticulums. Damit sind ausser Monocyten und Plasmazellen alle Zellarten ausdifferenziert, die zu den Elementen der Knochenmarks-hämatopoiese gehören. Das embryonale und das adulte Knochenmark sind zu diesem Zeitpunkt hauptsächlich durch das Zahlenverhältnis der verschiedenen Reifestadien der Blutzellen unterschieden. Stammzellen und Promyelocyten, die beim ausgewachsenen Tier nur in geringer Zahl vertreten sind, kommen im embryonalen Knochenmark noch relativ häufig vor.

In Ergänzung zu den Resultaten von *Haff*, *Jolly* und *Dantschakoff*, die in der Hauptsache an Schnittpräparaten gewonnen wurden, habe ich für meine Untersuchungen vor allem das Ausstrichpräparat benützt.

Leber

Am 10. e Tag sind Vena hepatica und Vena omphalomesenterica bereits zu einem geschlossenen Gefässnetz verbunden. Die Kapillaren und Sinusoide der Centralvenen werden auf diesem Stadium durch ein flachzelliges Endothel begrenzt, während die portalen Gefässe (V. omphalomesenterica) von einer mehrschichtigen, reticulären Hülle umgeben sind. Das Blut der Lebergefässe zeigt dieselbe Zusammensetzung wie im Blutaussstrich. Neben reifen Neutrophilen, primitiven und definitiven Erythrocyten, stellen wir vereinzelte Proerythroblasten, sowie zahlreiche Erythroblasten und Proerythrocyten der definitiven Erythrocyten fest. Die Hämocytoblasten, die sich am häufigsten in den Kapillaren finden, sind auch in den afferenten Lebergefässen zahlreicher, als im Blutaussstrich. Mitosen der Hämocytoblasten und Erythroblasten, die am 8. Bruttag überall in der Blutbahn auftreten, kommen in allen Lebergefässen vor.

Am 12. e Tag sind die Hämocytoblasten bereits stark reduziert. Im periportalten Bindegewebe, das an verschiedenen Stellen der Gefässwand reticuläre Verdichtungen bildet, werden zwischen dem 10. und 14. e Tag Gallenkanälchen und Leberarterien angelegt. Die Reticulummaschen sind von Erythrocyten, Hämocytoblasten und Neutrophilen infiltriert. Vom 11. e Tag an treten in den Gefässcheiden grobgranulierte, eosinophile Myelocyten auf, die im Ausstrichpräparat alle Merkmale von neutrophilen Promyelocyten 1 und 2 erkennen lassen.

Ausser den granulierten Formen, die am 14./15. e Tag die stärkste Vermehrung zeigen, kommen im periportalten Reticulum auch lymphocytäre Elemente vor.

Lymphoblasten, Polymphocyten, Monoblasten, Promonocyten und die verschiedenen Entwicklungsstadien der neutrophilen, eosinophilen und basophilen Leukocyten finden sich vom 18. e Tag an als konstante Elemente des Leberbluts.

In Übereinstimmung mit *Haff* stellen wir bis zum 21. e Tag *endotheliale Phagocyten* fest, die an die «Makrophagen» des Menschen erinnern, die *Knoll* (1927) für den zweiten Fetalmonat in Leber und Milz beschrieben hat.

Die grossen (Dm 12—16 μ) basophilen Zellen, die im exzentrischen nierenförmigen Kern grobscholliges, schwach acidophiles Chromatin enthalten, sind mit Erythrocytenresten und neutrophilen Granulocyten angefüllt. (Abb. 15—19, Tafel IV.)

Milz

Im Milzausstrich, der dem Schnittbild des 10. *e* Tags entspricht, kommt der Hämocytoblast als häufigste Zelle vor. Der Kern, der im ZFD-Präparat nur eine schwach basophile, helle Tönung annimmt, wird im Ausstrich mit MGG-Farbstoff intensiv rotviolett gefärbt. Vom feinkörnigen, homogenverteilten Kernchromatin sind die beiden Nukleolen als länglich ovale, wenig dunkler gefärbte Körper differenziert. Der breite Plasmasaum, der den meist exzentrischen, runden bis breitovalen Kern umgibt, zeigt wie im ZFD-Präparat eine stark basophile Reaktion. Häufig tritt an der breitesten Stelle des Plasmarandes eine aufgehellte ovale oder halbmondförmige Sphäre auf. Mit *Dantschakoff* stellen wir bereits am 10. *e* Tag zahlreiche granulierten Zellen fest. *Dantschakoff*'s «acidophile Myelocyten», die je nach Alter feinkörnige bis grobkörnige, im ZFD-Präparat eosinophile, nach A Cr oder A Th-Behandlung metachromatisch gefärbte, kugelförmige Granula besitzen, erweisen sich im Ausstrichpräparat als neutrophile Granulocyten-Form. Ausser neutrophilen Promyelocyten 1 und 2 finden sich in den Pulpamaschen hauptsächlich halbreife Myelocyten. Reife Myelocyten und Metamyelocyten wurden nur selten festgestellt.

Der Vergleich mit den Schnittpräparaten zeigt, dass die reifen neutrophilen Granulocyten, wie in der Leber, als eingeschwemmte Elemente anzusehen sind, die aus den grösseren Venensinus stammen. Dasselbe gilt für die Abbauförmungen der Erythrocyten I, die vereinzelt in den kleinen venösen Gefässen liegen, wie auch für Erythroblasten, Proerythrocyten und Erythrocyten II, die in geringerer Zahl im Lumen der grösseren Milzsinus zu finden sind.

Neben den erythroiden Elementen, die den roten Zellen der Blutbahn entsprechen, treten auch vereinzelte Proerythroblasten und Teilungsformen von Proerythroblasten und Erythroblasten auf.

Wir vermuten, dass sie den unreifen E entsprechen, die auf diesem Stadium auch im Schnittpräparat als Übergangsformen von Hämocytoblasten und Erythroblasten in den venösen Bluträumen vorkommen. Im Ausstrich des 12. *e* Tags sind die sphärenhaltigen Hämocytoblasten stark vermehrt. Hämocytoblasten-Mitosen sind häufig. Ferner treten vereinzelte, kleinere basophile Zellen auf, die sich vom grossen Hämocytoblasten durch einen chromatinreicheren Kern und den schmalen Plasmaring unterscheiden. Sie scheinen mit den «kleinen lymphoiden Hämocytoblasten» identisch zu sein, die *Dantschakoff* (1916) als Vorgeneration der Milzlymphocyten interpretiert.

Ausser den dominierenden Neutrophilen, die *Dantschakoff* und *Jolly* als einzige Leukocytenform der Milz beobachtet haben, finden sich im Ausstrichpräparat auch alle Bildungsstadien der Eosinophilen und Basophilen. Die Zahl der Promyelocyten und halbreifen Myelocyten hat sich vermehrt. Neben zahlreichen reifen Myelocyten und Metamyelocyten kommen bereits vereinzelte Granulocyten mit stabförmigen oder bisegmentierten Kernen vor. Erythroblasten und ihre Teilungsformen sind immer noch häufiger als im Blutausstrich.

Der Anteil der reiferen Granulocytenformen nimmt bis ans Ende der Embryonalzeit zu. Wir beobachten eine vorwiegend heteroplastische Erythropoiese; Teilungsstadien der Myelocyten kommen nur selten vor.

Die maximale Granulocyten-Bildung wurde zwischen dem 14. und 18. *e* Tag festgestellt. Gleichzeitig setzt in vermehrter Masse die Bildung der lymphoiden Zellen ein. Ausser den Lymphoblasten, die bereits am 14. *e* Tag in grosser Zahl vertreten sind, kommen im Ausstrich des 16. und 18. *e* Tags häufig Polymphocyten und Lymphocyten vor. Am zahlreichsten sind die Mitosen der Lymphoblasten und Polymphocyten am 17./18. Bebrütungstag.

Mit der Zunahme der Lymphocyten wird auch die monocytäre Form vermehrt. Die unreifen erythroiden Zellen sind dagegen bereits vom 14. e Tag an auf den Prozentsatz des Körperbluts herabgesetzt. (Abb. 21—27, Tafel V.)

Knochenmark

Neben reifen Neutrophilen mit bisegmentiertem oder dreiteiligem Kern treten am 12. e Tag im weitmaschigen Markmesenchym zahlreiche Hämocytoblasten und seltene neutrophile Promyelocyten auf. Intravasculär sind keine Anzeichen einer Hämpoiese festzustellen. In den Gefässen kommen ausser reifen Erythrocyten und Neutrophilen nur vereinzelte grosse Hämocytoblasten vor.

Im Ausstrich des 14. e Tags beobachten wir mit *Dantschakoff* zahlreiche Stammzellen und frühe Entwicklungsstadien von Erythrocyten und Granulocyten. Neben reifen Erythrocyten und Neutrophilen treten Hämocytoblasten, Myeloblasten, Promyelocyten, Proerythroblasten und Erythroblasten als häufigste Zellen auf. Während *Dantschakoff* im Schnittpräparat ausser der dominierenden neutrophilen Granulocyten nur die basophilen Leukocyten beobachtet hat, finden wir im Ausstrich auch Bildungsstadien der eosinophilen Granulocytenform.

Die Zahl der Proerythroblasten, Myeloblasten und Promyelocyten wird bis ans Ende der Embryonalzeit stark vermehrt. Es finden sich erst vereinzelte Myelocyten und Metamyelocyten der neutrophilen, eosinophilen und basophilen Leukocytenform; Mitosen dieser Entwicklungsstadien, wie auch der Proerythroblasten und Erythroblasten wurden nur selten festgestellt. Am 18. e Tag treten erstmals Monoblasten und Lymphoblasten auf. Zwischen dem 18. und 21. e Tag entwickelt sich eine starke Vermehrung der erythroiden Bildungsstadien. Mitosen der Proerythroblasten kommen relativ häufig vor. Gleichzeitig steigt auch der Anteil der reifen Myelocyten, Metamyelocyten und reifen Granulocyten an.

Als konstantes Element des embryonalen Knochenmarks treten in allen Ausstrichen *Osteoklasten* auf, während sich *Chondrioblasten* nur auf den frühen Entwicklungsstadien finden.

Im feinkörnigen, diffusverteilten Chromatin der runden oder breitovalen Osteoklastenkerne, das nach MGG-Färbung eine hellrotviolette Farbe annimmt, fallen zwei runde, intensiv violett gefärbte Nukleolen auf. Die basophile Substanz des voluminösen Plasmakörpers besitzt eine wolkige Struktur (Abb. 33, Tafel VI).

Der Chondrioblastenkern zeigt denselben Typus wie die Osteoklastenkerne und ist von einem breiten, dicht basophilen Plasmasaum umschlossen, der häufig kleine, farblose Vakuolen enthält (Abb. 32, Tafel VI).

Die postembryonale Blutbildung

Leber

Über Blutbildung in der postembryonalen Vogelleber ist nichts bekannt. Der Leberausstrich der Präjuvenilzeit ist vom Ausstrich des adulten Tiers durch den höheren Anteil von Polymyelozyten und Myelozyten unterschieden. Neutrophile und Basophile treten, wie beim Adulttier, als häufigste Granulocyten auf; Eosinophile und Monocyten konnte ich nur selten finden.

Im periportalen Bindegewebe werden bis zum 30. pe Tag lymphadenoide Herde angelegt (Abb. 20, Tafel IV). Wie in der adulten Leber ist die Peripherie des lymphatischen Gewebes von reifen Granulocyten und seltenen Myelozyten infiltriert. Die ersten Plasmazellen treten am 20. pe Tag auf.

Milz

Die Vermehrung der lymphoiden Elemente, die bereits am 18. e Tag in Erscheinung tritt, nimmt nach dem Schlüpfen zu. Gleichzeitig stellen wir mit *Jolly* (1911) ein Ab-

klingen der Granulopoiese fest. Während Promyelocyten und halbreife Myelocyten am 2. pe Tag noch auffallend häufig sind, finden sich am 5. pe Tag neben den reifen Granulocytenformen nur noch reife Myelocyten, Metamyelocyten und stabkernige Leukocyten vor. Der Anteil der Basophilen wird dagegen bis zu diesem Zeitpunkt stark vermehrt. Alle Entwicklungsstadien dieser Zellform, die in der embryonalen Milz nur vereinzelt zu finden sind, treten vom 5. pe Tag an neben den dominierenden Neutrophilen und seltenen Eosinophilen als konstanter, häufiger Bestandteil der freien Milzzellen auf. Nach dem 20. pe Tag sind die Granulocyten der roten Pulpa weitgehend durch Erythrocyten ersetzt. Neutrophile, Basophile, Eosinophile und ihre Bildungsstadien sind, wie im adulten Organ, am Rande des lymphoiden Gewebes verteilt.

Die ersten Plasmazellen wurden, wie in der Leber, am 20. pe Tag festgestellt.

Knochenmark

Die postembryonale Entwicklung des Knochenmarks wurde von *Dantschakoff* bis zum 6. Monat untersucht. Sie ist durch die Verschiebungen des Mengenverhältnisses der verschiedenen, schon am 13./14. e Tag ausgebildeten Zellelemente charakterisiert. Die Vermehrung der reiferen Zellformen, die auf Kosten der Stammzellen schon nach dem 16. e Tag im ontogenetisch ältesten, mittleren Teil der Markhöhle einsetzt, wird nach dem Schlüpfen fortgesetzt. Es vollzieht sich eine sukzessive Umwandlung der heteroplastischen zur vorwiegend homöoplastischen Blutbildung.

Gleichzeitig wird der Anteil der lymphoiden Zellen vermehrt. Sie sind einzeln oder zu kleinen Haufen im intervaskulären Gewebe zerstreut. Erst in der 3.—8. pe Woche sieht *Dantschakoff* im stark entwickelten Markgewebe der unteren Extremitäten grosse, begrenzte, lymphadenoide Herde entstehen, die häufig von Granulocyten umgeben sind.

Die ersten seltenen Plasmazellen wurden bei 3 Monate alten, häufiger erst bei 1½-jährigen Tieren festgestellt. In grösserer Zahl tritt diese Zellform erst bei 1-jährigen Hühnern auf. Das Vorkommen von Monocyten wird nicht erwähnt.

Am Schlüpftag stellen wir noch eine relativ grosse Zahl von Stammzellen fest, wobei die Monoblasten dominieren. Die Vermehrung der erythroiden Zellen, die bereits am 18.—21. e Tag einsetzt, wird nach dem Schlüpftag bedeutend vermehrt. Am 2., besonders am 5. pe Tag treten zahlreiche Proerythroblasten und Erythroblasten auf, die häufig Mitosen zeigen. Am 10. pe Tag machen die Proerythroblasten den Hauptanteil der Stammzellen aus; Myeloblasten und Promonocyten sind reduziert. Halbreife, reife Myelocyten und Metamyelocyten kommen neben den Erythroblasten als häufigste Zellform vor. Bis zum 20. pe Tag wird auch der Anteil der erythroiden Stammzellen stark herabgesetzt. Metamyelocyten, stabkernige und segmentkernige Granulocyten nehmen nach dem 20. pe Tag zu.

Die lymphoiden Scheiden der Markarterien (vgl. Seite 8) werden zwischen dem 10. und 30. pe Tag ausgebildet. Während *Dantschakoff* die ersten Plasmazellen im Knochenmarkschnitt 3 Monate alter Hühner findet, stellen wir sie, wie in Milz und Leber, auch im Knochenmarkausstrich bereits am 20. pe Tag fest.

B. *STAR* (*Sturnus v. vulgaris* L.)

Adultnorm

Leber

Die lymphatischen Herde des periportalen Bindegewebes sind auf wenige kleine Follikel konzentriert. (Abb. 9, Tafel III.) An der Peripherie des lymphatischen Gewebes

und in den Kapillaren kommen neben Neutrophilen, Basophilen und seltenen Eosinophilen, Anhäufungen von Plasmazellen vor.

Monocyten, Lymphocyten, Plasmazellen und alle Granulocytenformen sind im Leberausstrich häufiger als im Blutausschnitt. Ausserdem stellen wir als konstante Elemente des Leberbluts Lymphoblasten, Prolymphocyten und unreife Plasmazellen fest. Als frühestes Entwicklungsstadium der Granulocyten finden sich Metamyelocyten der basophilen und neutrophilen Granulocyten-Form.

Milz

Milzabstriche zeigen neben Lymphoblasten und Prolymphocyten auch unreife Formen der Monocyten und Plasmazellen. Wie in der Leber konnte ich ausser basophilen und neutrophilen Metamyelocyten keine früheren Stadien der Granulocyten nachweisen. Die Milzfollikel des Stars (Abb. 12 Tafel III) sind durch eine bindegewebige Hülle (*Greschik 1915*) deutlich vom umgebenden lymphoiden Gewebe der weissen Pulpa abgegrenzt. Die Lymphopoiese ist auf die Malpighischen Körperchen beschränkt.

Granulocyten, Monocyten und Plasmazellen, die in geringer Zahl im gesamten Gebiet der roten Pulpa auftreten, sind in der Randzone des lymphatischen Gewebes konzentriert.

Knochenmark

Die Knochenmark-Blutbildung des Stars ist von den Verhältnissen beim Leghorn nicht verschieden.

An der Peripherie der grossen lymphadenoiden Herde (Abb. 14, Tafel III) sind Plasmazellen und Myelocyten der basophilen und neutrophilen Granulocyten konzentriert. Osteoklasten sind ein konstantes Element des Knochenmarksausstrichs.

Ontogenese

Leber

Die weitlumigen Venensinus der Vena hepatica und Vena omphalomesenterica sind am 8. e Tag durch zahlreiche, verzweigte Kapillaren verbunden. Die Organperipherie zeigt einen einschichtigen peritonealen Überzug. Während die Sinus der Vena hepatica, wie die Kapillaren, nur durch ein flachzelliges Endothel begrenzt sind, kommen an einzelnen Stellen der portalen Gefässe (Vena omphalomesenterica) bindegewebige Wandverdichtungen vor, die in ihren Maschen seltene Hämocytoblasten enthalten.

Das Blut der Lebergefässe ist vom Herzblut durch seinen höheren Gehalt an Hämocytoblasten unterschieden, die besonders in den Kapillaren relativ häufig zu finden sind.

Zwischen dem 8. und 10. e Tag werden Leberarterien und Gallenkanälchen angelegt. Die reticulären Scheiden, die sich im periportal Bindegewebe ausgebildet haben (Abb. 34 u. 35, Tafel VII), sind von Hämocytoblasten und grobgranulierten acidophilen Granulocyten infiltriert, die im Ausstrichpräparat (Abb. 36 u. 37, Tafel VII) alle Merkmale der neutrophilen Promyelocyten und Myelocyten aufweisen.

Hämocytoblasten füllen in dichten Reihen auch das Lumen der Kapillaren aus. Neben diesen intravasculären Hämocytoblasten, die wie die Hämocytoblasten der reticulären Scheiden häufig Mitosen zeigen, treten in den Kapillaren Erythrocyten, Neutrophile, neutrophile Myelocyten und vereinzelte Proerythroblasten und Erythroblasten auf.

Abb. 38, Tafel VII zeigt eine starke Verdichtung der Granulocyteninfiltration. Ausser Myeloblasten, neutrophilen Promyelocyten, Myelocyten und Metamyelocyten kommen im Leberausstrich des 12.—13. e Tags vereinzelte Lymphoblasten, Prolymphocyten, sowie reife und unreife Formen der Eosinophilen, Basophilen und Monocyten vor.

Proerythroblasten und Erythroblasten, die zu diesem Zeitpunkt als häufige Zellen im Leberausstrich vertreten sind, scheinen mit den unreifen Erythrocyten identisch zu sein, die sich in vermehrter Zahl zwischen den Hämocytoblasten der Leberkapillaren befinden.

Die Mitosen der intravasculären Hämocytoblasten sind vermehrt. Ausserdem kommen in den Kapillaren Teilungsstadien der Proerythroblasten und Erythroblasten vor.

Die intensivste Erythrocyten-Bildung beobachten wir zwischen dem 0. und 5. *post-embryonalen* Tag. Die Kapillaren sind zu Sinusoiden erweitert und mit dichten Lagen von unreifen Erythrocyten angefüllt (Abb. 39, Tafel VIII). Proerythroblasten und Erythroblasten, die häufig Mitosen zeigen (Abb. 41, Tafel VIII), werden auf Kosten der intravasculären Hämocytoblasten vermehrt. Nach dem 10. *pe* Tag kommen Hämocytoblasten nur noch als seltene Zellen vor, während Proerythroblasten und Erythroblasten noch am 15.—20. *pe* Tag zu finden sind.

Die Granulocyten-Bildung, die bereits am 12. *e* Tag stark entwickelt ist (vgl. Abb. 38, Tafel VII) wird nach dem Schlüpfen nur wenig gesteigert. Mit dem Abklingen der Erythropoiese stellen wir in den periportal Herden nach dem 5. *pe* Tag auch eine Reduktion der Granulopoiese fest. Gleichzeitig nehmen die lymphoiden Elemente zwischen dem 5. und 10. *pe* Tag zu. Es treten auch Monocyten auf. Im Schnittbild des 10.—30. *pe* Tags (Abb. 43, Tafel VIII) lassen sich in den periportalen Scheiden dichte lymphoide Infiltrationen erkennen, die häufig Mitosen von Lymphoblasten und Prolymphocyten zeigen. Myelocyten und reife Formen der Basophilen und Neutrophilen sind an der Peripherie des lymphadenoiden Gewebes konzentriert.

Die ersten Plasmazellen treten frühestens am 20. *pe* Tag auf; sie sind vom 28. *pe* Tag an stets vorhanden. Endotheliale Phagocyten (Abb. 42, Tafel VIII) wurden bis zum 3. *pe* Tag festgestellt.

Milz

Am 8. *e* Tag sind die Lücken des Milzparenchyms von Erythrocyten, Hämocytoblasten und Neutrophilen infiltriert. Während die erythroiden Zellen (Erythroblasten, Proerythrocyten, Erythrocyten I und II) den Elementen des Blutaustriches entsprechen, sind die Parenchymmaschen mit dichten Infiltrationen von Hämocytoblasten und unreifen Neutrophilen durchsetzt.

Hämocytoblasten treten als häufige Zellen auch im medianen Venensinus und im Lumen der Kapillaranlagen auf (Abb. 44, Tafel IX.).

Im Ausstrich (Abb. 45, Tafel IX) herrschen auf diesem Stadium sphärenhaltige Hämocytoblasten, neutrophile Promyelocyten, halbreife Myelocyten und Metamyelocyten vor. Stabkernige Neutrophile, eosinophile und basophile Myelocyten sind selten, die reifen Granulocyten nicht häufiger, als im Blutaustriech.

Ausser den Hämocytoblasten und neutrophilen Promyelocyten sind am 10. *e* Tag vor allem die halbreifen Myelocyten und die stabkernigen Neutrophilen stark vermehrt. Mitosen der Hämocytoblasten kommen häufig vor. Ferner fällt neben den dominierenden Neutrophilen der hohe Anteil an eosinophilen und basophilen Myelocyten auf. Zwischen den grossen (Dm 12—15 μ) Hämocytoblasten finden sich kleinere (Dm 10—12 μ), dunkler gefärbte Zellen, die einen schmalen, intensiv basophilen Plasmaring und einen chromatinreicheren Kern besitzen. Sie scheinen als Tochterzellen der grossen Hämocytoblasten zu entstehen; ob sie als Vorstadien der lymphoiden oder erythroiden Reihe anzusehen sind, konnte ich nicht entscheiden. Am 12.—13. *e* Tag ist das Milzreticulum in eine weitmaschige (rote Pulpa) und eine engmaschige (weisse Pulpa) Zone differenziert. Die Milzarterien sind angelegt. Während die arteriellen Gefässe nur reife Erythrocyten und seltene Proerythrocyten enthalten, kommen in den Venensinus Hämocytoblasten, Proerythroblasten und Erythroblasten vor. Die Granulocyten-Bildung ist auf

das weitmaschige Reticulum beschränkt. Hämocytoblasten, Myelocyten, stabkernige und reife Formen der Neutrophilen, wie auch der selteneren Basophilen und Eosinophilen, sind, als dichte Infiltrationen, im ganzen Gebiet der roten Pulpa verteilt. Am Rande des engmaschigen Milzgewebes und in der Umgebung der neu einwachsenden arteriellen Kapillaren finden sich Anhäufungen von Hämocytoblasten, die häufig Teilungsstadien zeigen (Abb. 46 und 47, Tafel IX).

Im Ausstrich des 12.—13. *e* Tags stellen wir die ersten Lymphoblasten und Lymphocyten fest.

Bildungsstadien der Erythrocyten kommen in den venösen Kapillaren bis zum 5.—8. *pe* Tag vor (Abb. 48, Tafel IX). Vereinzelte Proerythroblasten und Erythroblasten sind im Ausstrich noch am 10. und 15. *pe* Tag zu finden.

Bis zum 10. *pe* Tag stellen wir eine ausgesprochene Prävalenz der unreifen Granulocyten fest, während die erythroiden und lymphoiden Elemente nur einen geringen Anteil der Zellen ausmachen (Abb. 49, Tafeln IX). Gleichzeitig mit der Reduktion der unreifen Erythrocyten setzt eine Abnahme der Granulocyten-Bildung ein. Promyelocyten wurden bis zum 10., halbreife Myelocyten, als seltene Zellen, noch am 15. *pe* Tag festgestellt. Stabkernige und reife Granulocyten kommen bis zum 30. *pe* Tag im ganzen Gebiet der roten Pulpa vor. Vereinzelte, kleine Myelocyten-Herde sind an der Peripherie des lymphatischen Gewebes konzentriert. Dem Abklingen der Hämoipoese in den Maschen der roten Pulpa und in den venösen Kapillaren entspricht eine starke Vermehrung der lymphoiden Elemente in der Umgebung der arteriellen Milzgefäße. Durch Anreicherung von Lymphoblasten, Prolymphocyten, Monoblasten, Monocyten und Lymphocyten wird das engmaschige Reticulum bis zum 10. *pe* Tag zum typischen lymphadenoiden Gewebe ausgebildet, das für die weisse Pulpa der adulten Starenmilz charakteristisch ist. Malpighische Körperchen werden mit den Schweigger-Seiddelschen Kapillarröhren, zwischen dem 5. und 10. *pe* Tag angelegt. Die Mitosen der Lymphoblasten in den Malpighischen Körperchen und in den Randgebieten der weissen Pulpa sind nach dem 20. *pe* Tag stark vermehrt. Gleichzeitig werden um die Adventitia der freien Pulpa-Arterien dünne Mäntel von Lymphoblasten angelegt, die bis zum 30. *pe* Tag zu dichten lymphoiden Gefässcheiden ausgebildet sind. Prolymphocyten, Lymphocyten und Monocyten, die sich vom 10. *pe* Tag an in grosser Zahl in den venösen Kapillaren und in den Venensinus finden, kommen auch in den Maschen der roten Pulpa vor.

Die ersten Plasmazellen treten in der Randzone des lymphoiden Gewebes am 20. *pe* Tag auf.

Knochenmark

Die Aushöhlung des Marklumens setzt im Femur und Humerus zwischen dem 11. und 12. *e* Tag ein. Die engen Höhlungen des Femurknorpels (Abb. 28, Tafel VI) sind am 12. *e* Tag von einem zarten, weitmaschigen Reticulum durchwachsen, das zahlreiche kleine neutrophile Leukocyten, Erythrocyten und vereinzelt Hämocytoblasten enthält. Hämocytoblasten treten neben den neutrophilen Leukocyten und Erythrocyten auch in den Kapillaren auf, die im Reticulum der zentralen Humerushöhlen ausgebildet sind.

Zwischen dem 0. und 3. *pe* Tag werden die Hämocytoblasten stark vermehrt; Mitosen kommen häufig vor.

Als häufigste Zellform im Ausstrich des 3. *pe* Tags sind Proerythroblasten und intravasculäre Hämocytoblasten vertreten, die sich von den extravasculären Stammzellen (Dm 12—13 μ) durch geringere Grösse (Dm 8—9 μ) und intensivere Färbung unterscheiden. Ausser neutrophilen Myelocyten und reifen Neutrophilen, die sich in den Gefässen noch relativ häufig finden, stellen wir auch in den Reticulummaschen zwischen den grossen Hämocytoblasten vereinzelt neutrophile Promyelocyten und seltene neutrophile Myelocyten fest. (Abb. 29, Tafel VI.)

Bis zum 10. *pe Tag* zeigt sich eine deutliche Prävalenz der erythroiden Form. Mitosen der Proerythroblasten und Erythroblasten sind häufig, während Teilungsstadien der unreifen Granulocyten nur selten zu finden sind. Ausser den dominierenden Neutrophilen treten am 5.—6. *pe Tag* bereits zahlreiche basophile und eosinophile Granulocyten auf. Unter den verschiedenen Reifeformen sind die halbreifen Myelocyten und Promyelocyten II in grosser Zahl vertreten; Metamyelocyten, stabkernige und reife Granulocyten machen nur einen geringen Anteil der freien Zellen aus. (Abb. 30, Tafel VI.)

Besonders deutlich lässt sich die Rechtsverschiebung zwischen dem 10. und 30. *pe Tag* erkennen. Während die Promyelocyten I bis zum 10., die Promyelocyten II bis zum 20. *pe Tag* noch relativ häufig sind, kommen nach dem 28. *pe Tag* als jüngste Granulocytenform hauptsächlich halbreife Myelocyten vor. Metamyelocyten, stabkernige und reife Granulocyten, wie auch die Erythroblasten und Proerythrocytenstadien der erythroiden Reihe sind stark vermehrt. (Abb. 31, Tafel VI.)

Lymphoide Elemente treten als seltene Lymphoblasten, Monoblasten und Prolymphocyten am 10. *pe Tag* auf.

Im Schnittbild des 12. *pe Tags* stellen wir bereits vereinzelte, kleine lymphatische Herde fest, die als dichte lymphadenoide Scheiden der Markarterien ausgebildet sind.

Zwischen dem 12. und 30. *pe Tag* lässt sich ein intensives Wachstum dieser Lymphocytenherde erkennen; die Mitosen der Lymphoblasten und Prolymphocyten sind besonders nach dem 20. *pe Tag* stark vermehrt. Das Randgebiet der lymphoiden Infiltrationen ist wie beim adulten Tier von basophilen und neutrophilen Myelocyten und Monocyten durchsetzt. Die ersten Plasmazellen wurden, wie in Leber und Milz, am 20. *pe Tag* gefunden.

Während *Osteoklasten* in allen Ausstrichen vertreten sind, kommen die *Chondrioblasten* nur bis zum 5. *pe Tag* vor. (Abb. 32 und 33, Tafel VI.)

C. Vergleich: HAUSHUHN — STAR

Abb. 88 zeigt eine schematische Darstellung der embryonalen und präjuvenilen Blutbildung in Leber, Milz und Knochenmark, bei Leghorn und Star. Die Erythropoiese ist durch die ausgefüllten, die Lymphopoiese durch die schraffierten Felder markiert, während die Punktierung der Granulopoiese entspricht. Sie bezieht sich nur auf die Bildung der grossen, definitiven Granulocytenform. Die vertikale Ausdehnung gibt die Intensität, die horizontale Erstreckung der Felder die Dauer der Hämopoiese an.

Wenn wir die Blutbildung entsprechender Altersstadien vergleichen, fällt auf, dass sich die hepato-spleniale Periode (*Glanzmann 1941*) beim Star bis zum 15./20. *pe Tag* erstreckt, während sie beim Leghorn nur bis zum 5. *pe Tag* dauert.

Beim Leghorn setzt die Hämopoiese in Leber und Milz bereits in der ersten Hälfte der Embryonalzeit ein. Erythropoiese findet sich vom 5.—9. (Milz) und 7.—9. (Leber) Bebrütungstag. Die maximale Granulopoiese wurde am 14./15. (Leber) und 14.—18. *e Tag* festgestellt.

Beim Star beginnt die hepato-spleniale Periode erst mit dem letzten Drittel der Embryonalzeit. Im Unterschied zum Huhn, das in Leber und Milz nur eine sehr schwach entwickelte Erythropoiese zeigt, besitzen diese Organe beim Star eine intensive erythropoietische Funktion. Sie tritt, mit der Granulopoiese, zwischen dem 8. *e Tag* und 20. (Milz) — 25. (Leber) *pe Tag* auf.

Postembryonale Blutbildung in Milz (*Knoll 1928*) und Leber (*Clara 1938*) ist als Normalfall auch für den Menschen bekannt. Während es sich aber, wie bei der Milz des Haushuhnes, nur um ein Ausklingen der embryonalen Hämopoiese handelt, sehen wir uns beim Star einer völlig neuen Situation gegenübergestellt: die maximale Blut-

bildung in Milz und Leber¹⁾ wird erst nach dem Schlüpfen in der ersten postembryonalen Woche erreicht. Diese Erscheinung kann nur verstanden werden, wenn wir ausser der Funktion der hier betrachteten hämopoietischen Organe auch die Rolle der Dottersackblutbildung in Erwägung ziehen.

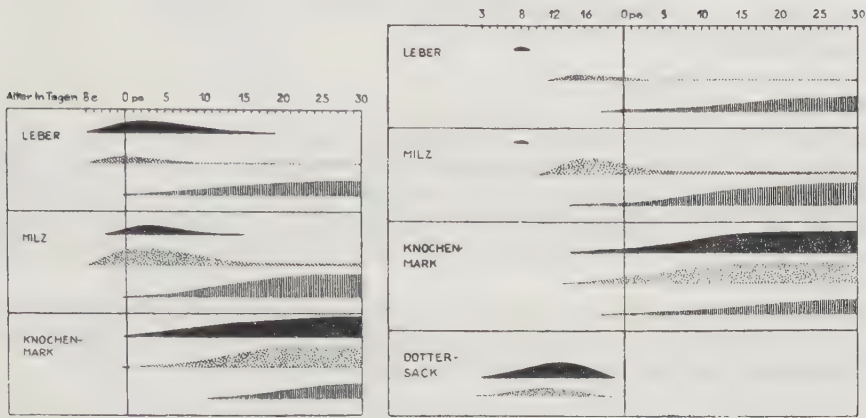


Abb. 88, Schema der embryonalen und präjuvenilen Hämatopoiese in Leber, Milz und Knochenmark. Die Resultate über die Dottersackhämatopoiese wurden nach *Dantschakoff* aufgezeichnet. Die Erythropoiese ist durch schwarze, die Granulopoiese durch die punktierten und die Lymphopoiese durch die schraffierten Felder markiert.

Nach *Dantschakoff* zeigt der Dottersack des Haushuhnes eine ca. 15-tägige hämopoietische Periode, die sich vom 3./4. Bebrütungstag bis zum 18.—20. e Tag erstreckt. Die Ausbildung des Knochenmarks setzt nach dem 12./13. e Tag ein, zu einem Zeitpunkt, wo die Dottersackblutbildung noch in höchster Funktion begriffen ist. Eine vollentwickelte Knochenmarks-hämopoiese ist mit dem Abklingen der Blutbildung im Dottersack, nach dem 18. e Tag erreicht. Es ergibt sich somit für das Haushuhn eine lückenlose Ablösung der Dottersack-erythropoiese durch die Erythropoiese im Knochenmark, wobei die Blutbildung in Milz und Leber während der Übergangsphase ausschliesslich die Granulopoiese betrifft.

Die Hämatopoiese des Dottersacks ist für den Star nicht untersucht. Wenn wir annehmen, dass sie sich wie beim Huhn bis gegen das Ende der Embryonalzeit erhält, so ergibt sich bei der kurzen 12-tägigen Ei-Zeit des Stars nur eine beschränkte, ca. 8-tägige Periode der Dottersackblutbildung. Die Ausbildung des Knochenmarks beginnt, wie beim Haushuhn, am 12./13. Entwicklungstag. Eine wirksame Knochenmarks-hämopoiese setzt erst in der ersten postembryonalen Woche ein, in einer Periode also, in der die Dottersackblutbildung nicht mehr in Frage kommt. Der Ausfall der Hämatopoiese zwischen dem 12. und 18. Entwicklungstag wird durch die intensive hepato-spleniale Hämatopoiese ausgefüllt. Nach dieser Vorstellung wäre die präjuvenile Erythropoiese in Milz und Leber als Kompensationserscheinung zu erklären. Ob es sich um ein Charakteristikum der Nesthockerontogenese handelt, kann erst nach weiteren Untersuchungen entschieden werden, die an Nesthockern und Nestflüchtern mit entsprechenden Brutzeiten (z. B. Wachtel-Star; Haushuhn-Mauersegler) durchzuführen sind.

¹⁾ Das hämopoietische Maximum des 2.—5. pe Tags hat mit dem Übergewicht der Starenleber (vgl. *Portmann 1938*) nichts zu tun. Dieses tritt erst mit dem Abklingen der Leberhämopoiese, am 12./13. pe Tag auf, und scheint mit der Rolle der Leber als Speicherorgan im Zusammenhang zu stehen.

II. DIE VERÄNDERUNGEN DES BLUTBILDES WÄHREND DER SPÄTEMBRYONALEN UND POSTEMBRYONALEN ENTWICKLUNGSPERIODE VON HAUSHUHN UND STAR

1. Weisses Blutbild

Adultnorm

Die Morphologie der lebenden Hühnerleukocyten wurde von *Forkner (1929)* an weissen Leghorn, Plymouth Rock und Black Jersey Giant eingehend untersucht. Mikrophographien verschiedener Leukocytentypen vom weissen Leghorn hat *Undritz (1939)* publiziert, sodass wir uns auf eine kurze Darstellung der wichtigsten Merkmale beschränken können, die für die Hühner- und Starenleukocyten nach MGG- und K-Färbung typisch sind.

Zur Illustration der verschiedenen Leukocytenarten sind auf Tafel X die Leukocyten des Stars zusammengestellt, die sich von den entsprechenden weissen Blutzellen des Haushuhns nur durch geringere Grösse unterscheiden.

Lymphocyten (*Dm. Leghorn*: 5—10 μ , *Star*: 6—8,5 μ)

Während der kreisrunde, bis breitovale Kern der kleinen Lymphocyten eine zentrale, seltener exzentrische Lage zeigt, kommen beim grossen Lymphocyten fast ausschliesslich exzentrische, runde oder ovale Kerne vor, die auf der Seite des breiteren Plasmasaumes häufig abgeflacht oder gebuchtet sind.

Das Chromatin ist zu intensiv violett gefärbten, winkligen Klumpen verdichtet, vom heller getönten, durchscheinenden Parachromatin oft unscharf abgegrenzt. Die kurzen, winkligen, häufig dreieckig geformten Chromatinbrocken zeigen in den runden Kernen eine radiäre Anordnung an der Kernperipherie. In den ovalen oder nierenförmigen Kernen der grossen Lymphocyten werden die Chromatinbrocken häufig zu ovoiden bis spindelförmigen Körpern gedehnt, die parallel zur Längsachse des Kernes ausgerichtet sind.

Das Plasma aller Lymphocyten ist hyalin und peripher schwach blaugrau angefärbt. Während die kleinen Lymphocyten von einem schmalen Protoplasmarand umgeben sind, besitzen die grossen Lymphocyten einen stärker entwickelten Plasmasaum, der oft mehrere Körner dunkel rotviolett gefärbter, kugelförmiger Azurgranulation enthält.

Die Struktur der unreifen *Lymphocyten* (*Dm*: 6—9 μ) erinnert an die Prolymphocyten, die *Agress* und *Downey (1936/37)* für das Blut des Kleinkindes beschrieben haben. Als charakteristisches Merkmal dieser Zellform fällt das Siebmuster des runden, meist centralen Kernes auf, das durch die lockere, gleichmässige Verteilung der feinen, dunkle rotviolett gefärbten Chromatinbrocken zustande kommt. Das Parachromatin nimmt, wie bei der reifen Zelle, eine schwach rotviolette Tönung an. Der schmale, opake Plasmaring ist intensiv blaugrau gefärbt.

Monocyten (*Dm Leghorn*: 12—17 μ , *Star*: 10—12 μ)

Die grössten Zellen des Blutaussstrichs. Der Kern meist breitoval, mehr oder weniger tief gebuchtet, häufig bisegmentierte Form. Seltene zweikernige Zellen kommen vor. Neben den schmalen, ellipsoiden, dunkel violett gefärbten Chromatinkörpern, wie sie *Shaw* für die Monocyten der Tauben und Eulen beschreibt, treten beim Leghorn auch grobe, rund bis ovoid geformte Chromatinbrocken auf. Häufig ist das hell violette, durchscheinende Parachromatin von wolkigen Chromatinverdichtungen überdeckt. Das Protoplasma ist auffallend voluminös, opak, schaumig strukturiert, hellblau gefärbt, glattrandig oder bildet bei kontrahierten Zellen oft Pseudopodien aus. Granulationen des Plasmas wurden nicht festgestellt.

Plasmazellen (*Dm Leghorn*: 10—13 μ , *Star*: 9—12 μ)

Charakteristisches Merkmal der breite, intensiv blaugrau gefärbte Protoplasmasaum, der einen relativ kleinen, runden, excentrischen, dunkelgefärbten Kern umschliesst. Die intensiv rotviolett

gefärbten, winkligen Chromatinschollen zeigen meist eine radiäre Anordnung. Chromatin und Parachromatin sind in der Regel scharf getrennt. Im Protoplasma treten häufig kleine, farblose Vakuolen auf.

Basophile

Die basophilen Leukocyten im Blutaussstrich, sowie alle in dieser Arbeit beschriebenen basophil granulierten Leukocyten in Leber, Milz und Knochenmark, enthalten labile, wasserlösliche Granulation (Blutbasophile, *Undritz 1946*)¹⁾.

Auch im reifen Stadium existiert nur die runde, unsegmentierte Kernform. Im Kern der Metamyelocyten und reifen Basophilen treten intensiv gefärbte, winklige Chromatinklumpen auf, während die grossen, saftreichen, häufig ovalen Myelocyten-Kerne eine lockere Chromatinstruktur und geringere Färbbarkeit zeigen. Nach MGG-Färbung erscheint die ganze Zelle von dichtgelagerten, kugelförmigen roten bis blauvioletten Granula ausgefüllt. Im K-Präparat wird die basophile Substanz fast vollständig aufgelöst. Die Negative der Granulationen treten als runde, farblose Vakuolen des hellblauen Protoplasmas auf. Am Rande der Vakuolen bleiben häufig rotviolett gefärbte, fetzige Partikel der azurophilen Körner zurück.

Neutrophile (*Dm Leghorn*: 10—12 μ , *Star*: 8,5—9,5 μ)

Der dunkel blauviolette Kern der reifen Neutrophilen besteht aus 2 bis 3 rundlichen oder breit-ovalen Segmenten, die durch dünne Kernbrücken verbunden sind. Ausser den «Dreiern», die *Undritz* als höchst segmentierte Kernform der Neutrophilen und Eosinophilen beim Haushuhn findet (vgl. *Undritz 1942*, S. 15), stelle ich seltene Neutrophile und Eosinophile mit 4 Kernteilen (Tafel X, Abb. 53) fest. Vier-segmentkernige Neutrophile beschreibt auch *Shaw* für das Taubenblut. Die einzelnen Kernabschnitte sind wie beim Basophilen von massigen, dichten Chromatinbrocken ausgefüllt, die nur wenig hell violett gefärbtes Parachromatin, als schmale Lücken zwischen sich lassen. Der Stabkern der vorreifen Neutrophilen, der häufig eine gewundene, hufeisenförmige, seltener gestreckte Gestalt annimmt, zeigt dieselbe grobschollige Chromatinstruktur. Die spindelförmigen Zelleinschlüsse, die bei MGG-Färbung eine schmutzige, braunrote bis zinnberrote Farbe annehmen, sind im K-Präparat leuchtend karminrot gefärbt.

Eosinophile (*Dm Leghorn*: 10—12 μ , *Star*: 8,5 μ)

Im reifen Eosinophilen kommen zweiteilige, dreiteilige, selten vierteilige Kerne vor. Die Kernstruktur der ausgereiften, wie auch der stabkernigen Eosinophilen stimmt mit derjenigen der entsprechenden Neutrophilen vollständig überein. Dagegen sind Gestalt und Färbung der Granulationen deutlich unterschieden. Im MGG-Präparat, wie auch im K-Präparat sind die Eosinophilen mit dichtgelagerten Körnern angefüllt, die im durchfallenden Licht eine scharfgezeichnete Kreiskontur und starke Lichtbrechung zeigen. Sie nehmen nach MGG-Färbung eine lachsrote Farbe an. Im K-Präparat sind die Eosinophilen als einzige Zellen peroxydase-positiv; die perigranuläre Substanz wird leuchtend gelbgrün bis blaugrün gefärbt.

Die *prozentuale Zusammensetzung* der Leukocytenformen des *adulten Haushuhns* wurde von *Klieneberger (1927)*, *Forkner (1929)*, *Landauer und David (1933)*, *Olson (1937)*²⁾ und *Undritz (1939)* untersucht.

Die Zahlen von *Undritz (1937, Tabelle 6)*, die nach derselben Methode wie unsere eigenen Untersuchungen, bei 10 adulten Leghornhähnen ermittelt wurden, stimmen mit unsern Resultaten gut überein. Sie wurden zur Bestimmung des Adultbereichs und der männlichen Adultnorm mit verwertet. Auf Tabelle 2 sind die Grenzwerte des Adultbereichs zusammengestellt, die sich aus den Blutbildern von 14 Leghornhähnen und 4 Leghornhennen ergeben. Der Durchschnitt der Neutrophilen mit 4 Kernsegmenten liegt mit 1,1 (σ^7) und 2,0 (φ) % im Bereich der *Shaw'schen* Werte (0—4%; 17 Tiere), die für die Taube einen Durchschnitt von 2% ergeben.

Mit *Landauer und David*, *Homma* und *Olson*, finden wir im Blutbild des Hahns einen höheren Granulocytenwert, als beim weiblichen Tier. Als Adultnorm der Hähne be-

¹⁾ Schweiz. med. Wschr., 76. Jahrg., Nr. 5, 1946.

²⁾ Alle bis 1937 erschienenen Resultate sind in der Arbeit von *Olson* zusammengestellt.

nützen wir den Mittelwert des männlichen Bereichs, während der entsprechende Wert des weiblichen Variationsfeldes als Adultnorm der Hennen verwendet wird.

Auch beim *Star* liegt ein lymphocytäres Blutbild vor. (Tabelle 9.) Der Vergleich der Tabellen 2 und 9 zeigt für die Neutrophilen und Eosinophilen einen höheren Prozentsatz, als beim Huhn, während Monocyten und Plasmazellen einen geringeren Anteil ausmachen.

Neben den dominierenden bisegmentierten Formen der Neutrophilen und Eosinophilen findet sich für die hochsegmentierten (drei- und vier-segmentkernigen) Zellen ein höherer Wert, als im Leghornblut.

Shaw (1939) stellt bei der Taube einen Tagesrythmus fest, der die Gesamtleukocytenzahl und die Proportion von Neutrophilen und Lymphocyten betrifft. Die Vermehrung der Gesamtleukocytenzahl, die im Nachmittagsblut beobachtet wird, beruht auf einer absoluten und relativen Zunahme der Neutrophilen, während die Lymphocytenzahl konstant bleibt.

Der Prozentsatz der Neutrophilen, der am Morgen immer geringer ist, als derjenige der Lymphocyten, ist am Nachmittag gleich hoch oder höher, als der Lymphocytenwert. Manchmal fehlt diese Nachmittagsreaktion und die Morgennorm wird den ganzen Tag über beibehalten.

Stichproben (vergl. Tabelle 1) zeigen für Huhn und *Star* ein ähnliches Verhalten an.

Es ist anzunehmen, dass die widersprechenden Resultate über die Prozentzahlen von Lymphocyten und Neutrophilen in der Literatur auf die Verwertung von Blutproben verschiedener Tageszeiten zurückzuführen sind.

Ontogenese

Aus Abb. 80 und 85 und Tabelle 3 und 10 ergeben sich für die Entwicklung des weissen Blutbildes in der Ontogenese von Huhn und *Star* folgende Charakteristika.

Der Zeitpunkt, zu welchem entsprechende Leukocytenarten im Blut auftreten, stimmt nach Entwicklungstagen berechnet, bei Huhn und Star weitgehend überein.

Lymphocyten, Basophile und Eosinophile wurden beim Huhn am 14., beim *Star* am 12./13. *Entwicklungstag* nachgewiesen. Auch Monocyten und Plasmazellen erscheinen unabhängig vom Schlüpftermin, bei beiden Vogelarten am 18. (Monocyten), resp. 41. (Plasmazellen) *Entwicklungstag*.

Der Prozentsatz der Basophilen, Eosinophilen, Monocyten und Plasmazellen liegt von Anfang an im Adultbereich. Bis zum 5., resp. 10. *pe Tag* ist dagegen der Prozentsatz der Lymphocyten niedriger, der Gehalt an Neutrophilen höher, als beim adulten Tier.

Gemeinsam ist ferner eine *neutrophile Leukocytose* mit Linksverschiebung im Sinne der Regeneration, die sich von der zweiten Hälfte der Embryonalzeit an bis in die zweite präjuvenile Woche erstreckt, während die Juvenilperiode durch eine schwache *Lymphocytose* gekennzeichnet ist. Die *Leukocytenkreuzung* wurde zwischen dem 5. und 10. *pe Tag* festgestellt.

Als wesentlichster Unterschied findet sich eine auffallend stärkere Ausprägung der neutrophilen Leukocytose beim Star. Der maximale Prozentsatz der Neutrophilen, der am 12. *e Tag* auftritt, übersteigt den Adultbereich beim Leghorn um 70%, beim *Star* um 158%.

Das embryonale und präjuvenile Blut des Stars ist reicher an unreifen Leukocytenformen, als das Hühnerblut.

Die *Linksverschiebung* der Neutrophilen, die beim Huhn vor allem die stabkernigen Neutrophilen betrifft, bezieht sich beim *Star* in hohem Masse auch auf die Myelocytenform. Ferner treten auch Myelocyten der Eosinophilen, die beim Huhn als seltene Zellen

nur embryonal vorhanden sind, beim Star häufiger und bis zum 5. *pe* Tag auf. Dasselbe gilt auch für die Hämocytoblasten, die wir beim Star bis zum 10., beim Küken nur bis zum 3. *pe* Tag im Blutausschlag finden. Beim Huhn stellen wir dagegen während der *Juvenilperiode* ein langsames Ausreifen des Blutes fest. Prolymphocyten, die ich beim Star nur bis zum 30. *pe* Tag beobachten konnte, liessen sich beim Huhn noch bis zum 120. *pe* Tag nachweisen. Es treten auch die maximalen Werte der *juvenilen Lymphocytose* beim Leghorn später auf, als beim Star. (Leghorn: 120. *pe* Tag, Star: 30. *pe* Tag.)

Die geschlechtliche Differenzierung des Blutbildes beginnt beim Huhn zwischen dem 120. und 150. *pe* Tag. Beim Star ist die Zusammensetzung des weissen Blutbildes geschlechtlich nicht unterschieden.

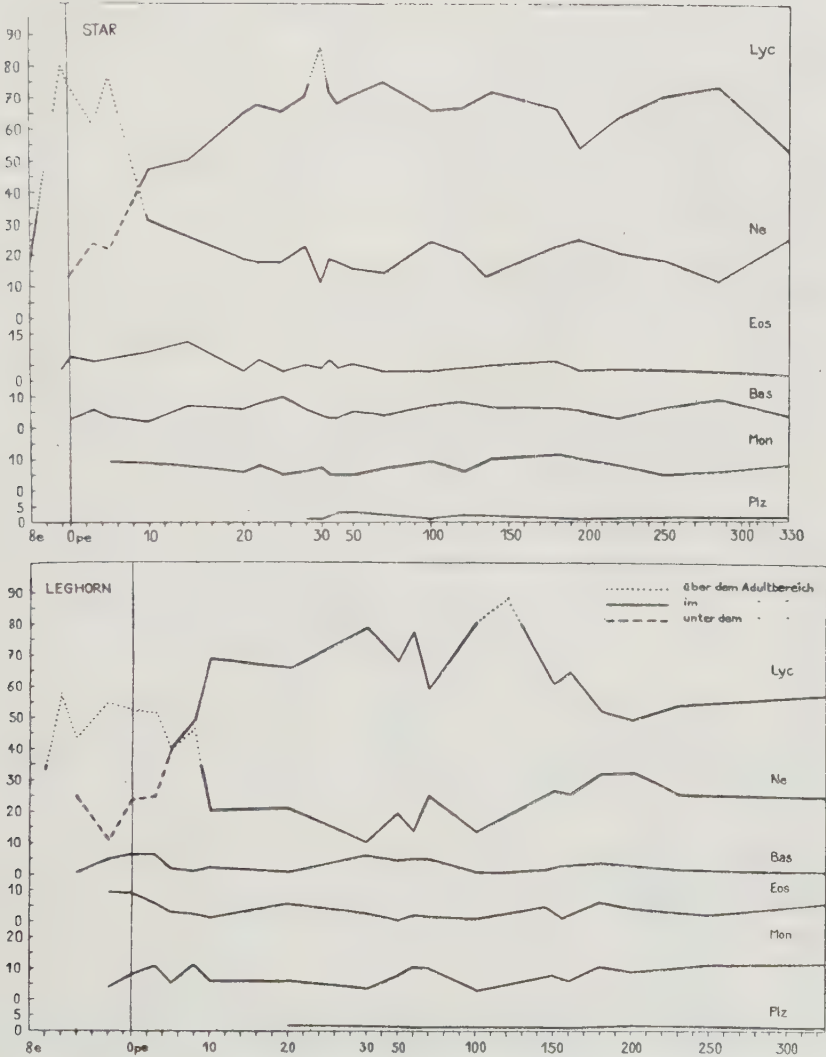
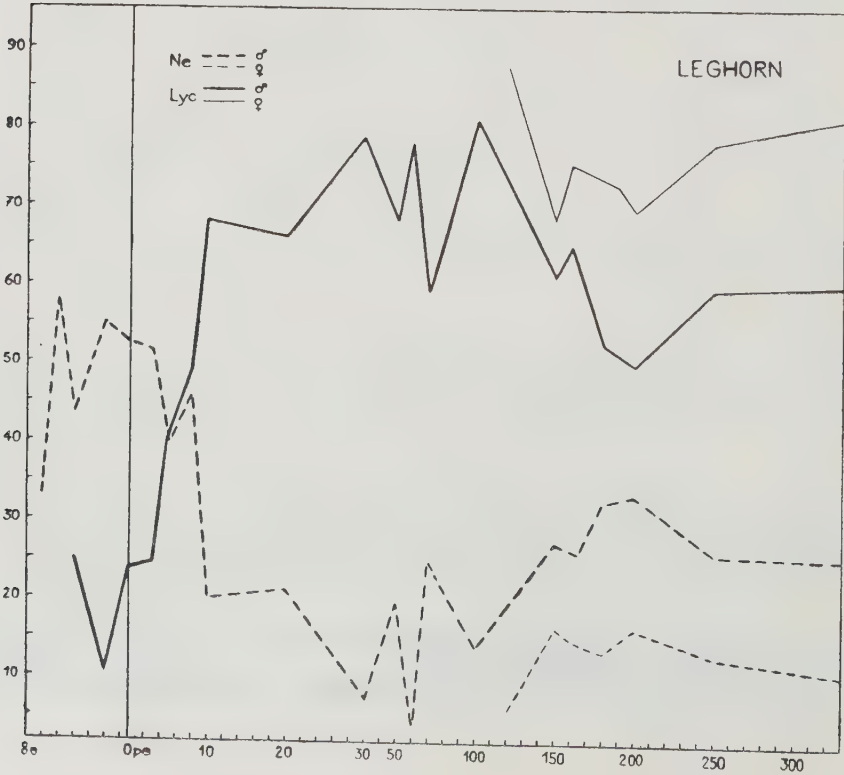
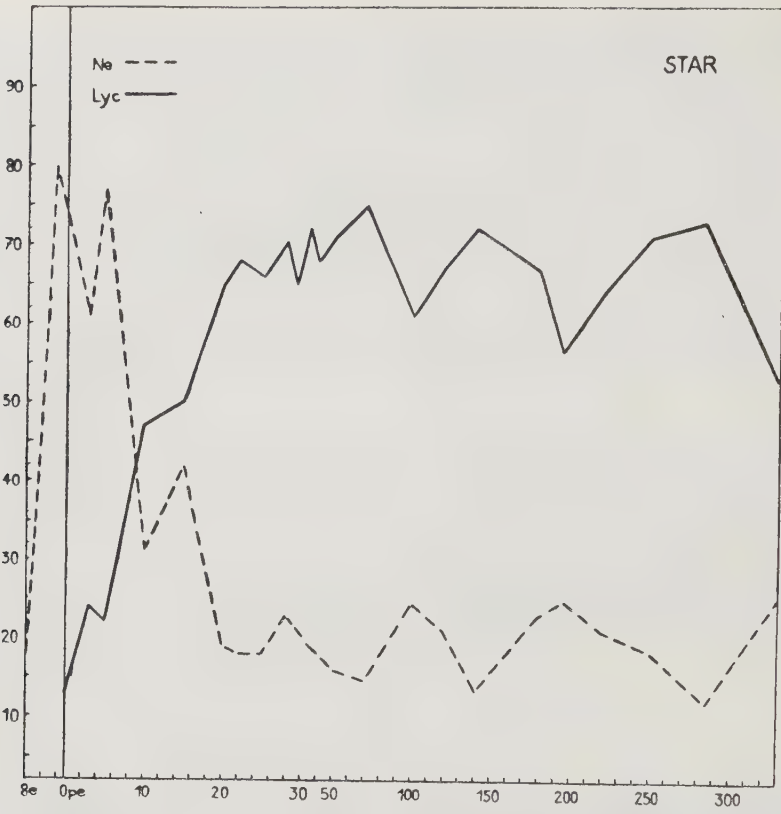


Abb. 85, Graphische Darstellung der prozentualen Zusammensetzung des weissen Blutbildes während der Ontogenese von Leghorn und Star.

..... über dem Adultbereich ——— im Adultbereich - - - unter dem Adultbereich



2. Rotes Blutbild

Auf Tafel VI, VIII, IX, XI und XII sind die verschiedenen Entwicklungsstadien der erythroiden Zellen abgebildet, die vom 8. e Tag an in Leghorn¹⁾ und Starenblut vorkommen. Bei K- und MGG-Färbung treten folgende Merkmale auf:

Definitive Erythrocyten

Die *Proerythroblasten* stellen mit einem Dm von 10—12 μ die grösste und seltenste Zellart der definitiven Reihe vor. Das hellrote, durchscheinende Parachromatin ist von feinkörnigem, rotviolett gefärbtem Chromatin überdeckt, das auf der ganzen Fläche des runden, zentralen Kerns feinschollige Verdichtungen zeigt. Der schmale, dunkelgefärbte Plasmaring ist basophil.

Die *Erythroblasten* sind stets kleiner als der *Proerythroblast*. Junge Hb-freie und reifere, Hb-haltige Erythroblasten treten auf, die wir als *basophile* und *polychromatische* Erythroblasten unterscheiden. Im Kern des *basophilen Erythroblasten* kommen unregelmässig geformte, dichte Chromatinschleifen vor, die wie beim *Proerythroblasten* eine rotviolette Farbe annehmen. Der schmale Plasmasaum ist blau gefärbt. Mit zunehmender Reife wird das Kern-Plasmaverhältnis zu Gunsten des Protoplasmas verschoben. Gleichzeitig stellen wir eine fortschreitende Entwicklung des Hämoglobins und der Eosinophilie des Protoplasmas fest. Im Kern wird dagegen die basophile Komponente vermehrt.

Im *polychromatischen Erythroblasten* sind die Chromatinschollen zu kleinen, rundlichen blauviolett gefärbten Körpern konzentriert, die wie die dunklen Felder des Schachbretts angeordnet sind. Der Protoplasmasaum ist polychromatisch und nimmt eine grauviolette Farbe an.

Polychromatisches Plasma kommt auch beim *Proerythrocyten* vor. Ferner ist der *Proerythrocyt* vom reifen Erythrocyten durch seinen Kernbau unterschieden. Die breit-ovalen, saftreichen *Proerythrocytenkerne* weisen ein lockeres Schachbrettmuster auf.

Das Protoplasma des *Erythrocyten* ist orthochromatisch (eosinophil) und schwach peroxydasepositiv. Der schmalovale Kern zeigt eine dichte Chromatinstruktur.

Erythroblasten und *Proerythrocyten*, die wie die *Proerythroblasten* in den erythropoietischen Herden einen kreisrunden Umriss besitzen, nehmen in der Zirkulation ovale Formen an. Die *basophilen* und *polychromatischen Erythroblasten* zeigen meist eine breitovale, kurze Gestalt. Die *Proerythrocyten* sind durch ihre stumpf-ovale Form von den schmaleren, ellipsoiden Scheiben der *reifen Erythrocyten* unterschieden.

Primitive Erythrocyten

Die *Erythrocyten I* fallen durch ihren grossen, hyperchromatischen Protoplasmaanteil auf. Der runde oder breitovale, blasige Kern zeigt eine lockere Chromatinstruktur. Bei den spätembryonalen und postembryonalen Erythrocyten I kommen häufig pyknotische Kerne vor.²⁾

Während der Ontogenese lassen sich *Formveränderungen* der Erythrocyten feststellen. Während die primitiven Erythrocyten des 10. e Tags noch häufig rundliche oder breit-

¹⁾ Eine eingehende Schilderung vitalgefärbter Erythrocyten des embryonalen Hühnerbluts findet sich bei Dawson (1936).

²⁾ Die primitiven Erythrocyten sind bei Mensch (Mundorff 1927, Knoll 1927) und Säugetieren (Knoll 1924) auf die Embryonalperiode beschränkt. In beiden Fällen kommen nach dem Schlüpfen nur noch Abbauförmungen vor.

ovale Formen aufweisen, zeigen sie im spätembryonalen und postembryonalen Blute eine gestrecktere Gestalt. Dieselbe Erscheinung kommt auch beim definitiven Erythrocyten vor. Die schmale Ellipsenform, die für die Erythrocyten des Adultbluts typisch ist, wird erst mit dem 2. pe Tag erreicht.

a) Unreife Erythrocyten

LEGHORN

Adultnorm

Über das Vorkommen von unreifen Erythrocyten bei adulten Hühnervögeln finden sich keine Angaben in der Literatur.

Im Blut des adulten Leghornhuhns stelle ich Proerythrocyten fest.

Aus Winter- und Sommerblutproben von 5 ♂ und 5 ♀ Leghornhühnern ergibt sich für die Proerythrocyten-Zahl ein Variationsbereich (Adultbereich) von 0—0,2%; er ist geschlechtlich nicht differenziert.

Ontogenese

Das rote Blutbild des 1.—18. e Tags wurde von Dawson (1936) am Haushuhn untersucht. Über die unreifen Erythrocyten des postembryonalen Blutes ist nichts bekannt.

Im Ausstrich des 8. e Tags (vgl. Tab. 4 und Abb. 81) dominieren mit 79,3% die Proerythrocyten der definitiven Erythrocyten-Reihe. Der Anteil der Erythroblasten II beträgt 0,1%, während die Proerythroblasten II nur als seltene Zellen vertreten sind.

Gleichzeitig setzt eine Vermehrung der Proerythroblasten und Erythroblasten II ein, wie sie auch Dawson zwischen dem 13. und 16. e Tag beschrieben hat. Die hohen Werte der unreifen Erythrocyten II, die bis zum 14. e Tag noch 8,1—25,4% ausmachen, werden bis ans Ende der Embryonalzeit abgebaut.

Bereits am 18. e Tag lässt sich eine Abnahme auf 12—4,6% feststellen. Der Schlüpf-tagwert zeigt ein Minimum von 0,6—2,4%.

Eine erneute Zunahme der unreifen Erythrocyten beginnt mit dem 2. pe Tag. Maximale Werte von 11—16,7% treten am 5. und 8. pe Tag auf. Bis zum 30. pe Tag finden sich ausnahmslos Zahlen über 3,6%. Von diesem Zeitpunkt an entsprechen die Werte dem Adultbereich. Das Variationsfeld liegt zwischen 0 und 0,3%.

Der Vergleich der prozentualen Zusammensetzung der unreifen Erythrocyten-Formen zeigt für die Embryonalzeit einen grösseren Anteil an Erythroblasten und Proerythroblasten, während sich das postembryonale Maximum der unreifen Erythrocyten fast ausschliesslich auf die Proerythrocyten bezieht.

Die maximalen embryonalen Proerythroblasten und Erythroblasten-Werte wurden mit 0,4 und 3,0% am 12. e Tag festgestellt. Der höchste Proerythrocyten-Wert von 16,7% tritt erst am 14. e Tag auf.

Die maximalen postembryonalen Proerythroblasten- und Erythroblasten-Werte betragen am 2. pe Tag 0,4 und 0,6%. Nach dem 8. pe Tag sind Erythroblasten selten und Proerythroblasten in der Regel nicht mehr im Blutbild anzutreffen. Mitosen der Proerythrocyten kommen bis zum 18. e Tag vor.

Primitive Erythrocyten treten vom 8. e Tag an nur noch als reife Zellen auf. Sie zeigen am 2. pe Tag noch einen relativ hohen Anteil von 0,2% und sind als vereinzelte Zellen bis zum 8. pe Tag im Blutaustreich zu finden.

Die Ausschüttung von unreifen Erythrocyten in die Zirkulation wird in der Hämatologie als Anzeichen einer beginnenden Erythropoiese oder einer intensiven Stimulation eines bereits tätigen erythropoietischen Zentrums angesehen.

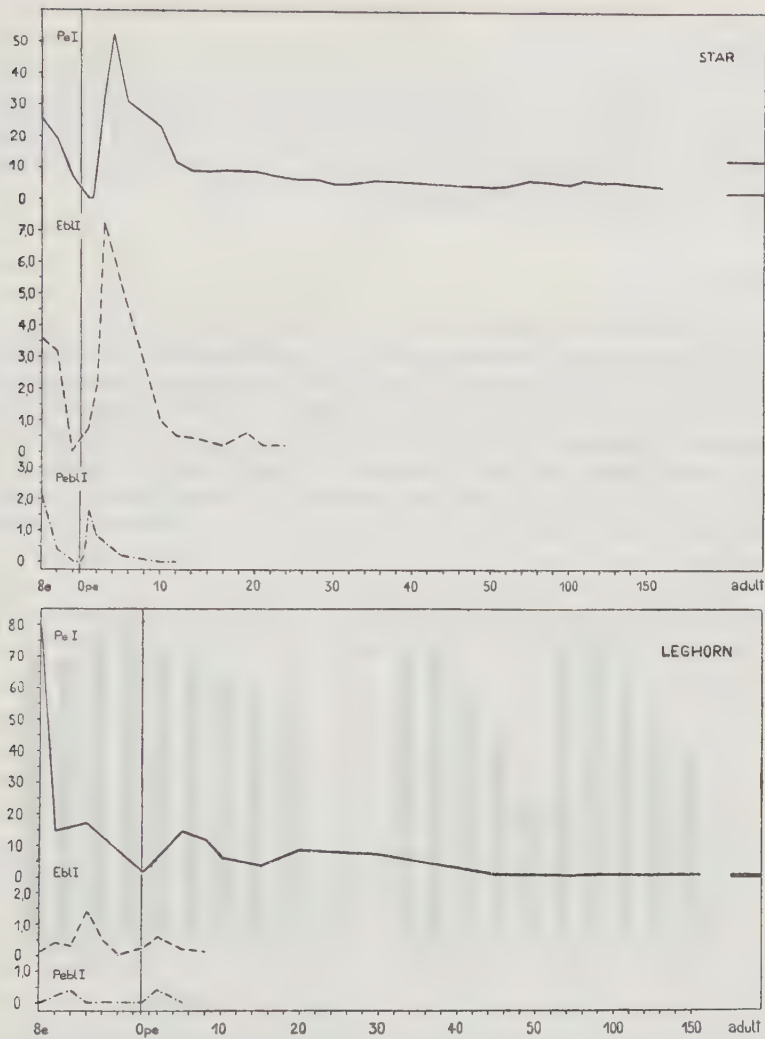


Abb. 81, Graphische Darstellung der procentualen Zusammensetzung des roten Blutbildes bei Leghorn und Star.

Dawson (1936) versucht die Zunahme der unreifen Erythrocyten, die im Embryonalblut des Haushuhns zwischen dem 12. und 14. Entwicklungstag auftritt, mit der neu-einsetzenden Funktion der erythropoietischen Zentren in Milz und Knochenmark zu erklären. *Dantschakoff's* Resultate und unsere eigenen Untersuchungen über die Blutbildung in der Milz (vgl. Abb. 88) zeigen aber, dass eine Auswirkung der an sich schwachen Milzerythropoiese nach dem 8. e Tag nicht mehr möglich ist. Die Erythrocytenbildung im Knochenmark setzt nach unsern Ergebnissen beim Leghorn erst nach der Vermehrung der unreifen Erythrocyten am 14. e Tag ein. Die Ausschüttung der unreifen Erythrocyten zwischen dem 12. und 14. e Tag ist wohl vor allem den Erythrocytenherden des Dottersacks zuzuschreiben, die nach *Dantschakoff* zwischen dem 10. und 15. e Tag ihre maximale Funktion erreichen.

STAR

Adultnorm

Bei 15 männlichen und 16 weiblichen Staren finde ich in den Monaten II—X und XII 2,6—9,8 (♂) und 0,8—12,6 (♀) % Proerythrocyten. Der männliche Durchschnitt beträgt 5,6, der weibliche 6,9%. Erythroblasten kommen selten vor. Hohe Proerythrocyten-Werte und Erythroblasten (vgl. Tabelle 11) wurden besonders beim weiblichen Tier in den Monaten IV—VII festgestellt.¹⁾

Ontogenese

Mit 58,8% dominieren bereits am 8. e Tag die reifen definitiven Erythrocyten, während die Erythrocyten I nur noch mit 9,3% vertreten sind. Ihr Anteil wird bis zum 12. e Tag auf 0,2% herabgesetzt. *Postembryonal* finden sich primitive Erythrocyten als seltene Zellen nur bis zum 3. Tag. Alle unreifen Erythrocyten, die vom 8. e Tag an im Blutausschrieb vorkommen, gehören zur definitiven Erythrocyten-Form. Der hohe Anteil der Erythroblasten und Proerythrocyten, der mit 3,6 und 26,1% am 8. und 10. e Tag auftritt, nimmt bis ans Ende der Embryonalzeit ab. Proerythroblasten und Mitosen der Erythroblasten finden sich bis zum 10., Erythroblasten bis zum 12. *Bebrütungstag*.

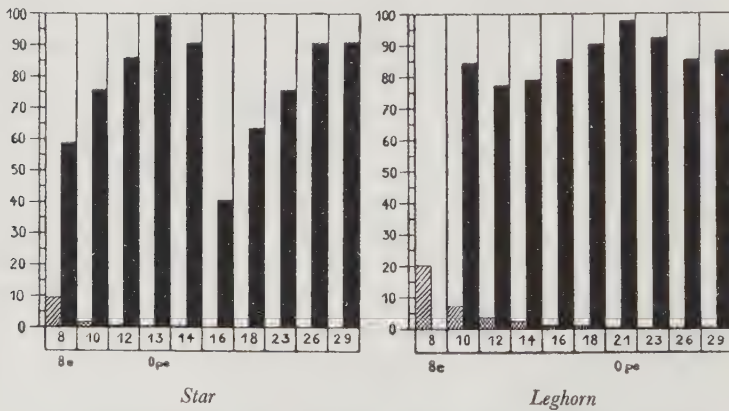


Abb. 82, Der Prozentsatz der E I ist durch die schraffierten, der Prozentsatz der E II durch die schwarzen Säulen dargestellt. Das Schema zeigt, dass die E II beim Star schneller ausreifen, als beim Leghorn. Entsprechend werden auch die E I schneller abgebaut.

Wie beim Leghorn kommt auch beim *schlüpfenden* Star ein vollständig reifes Blutbild vor, das nur noch ein Minimum von 0,2% Proerythrocyten enthält. Es scheint dieser Zustand auf die Dauer des Schlüpfaktes beschränkt. Blutproben, die kurz nach dem Schlüpfen gewonnen wurden, enthalten neben seltenen Proerythrocyten bereits zahlreiche Zellen der Proerythroblasten und Erythroblasten-Form.

Die sehr rasche Vermehrung der unreifen Erythrocyten während der ersten pe Tage ist intensiver als beim Huhn. Das Maximum der unreifen Erythrocyten erscheint beim Star

¹⁾ Erythroblasten und Proerythrocyten kommen nach *Hegner und Hewitt* (1940) auch im Blute ausgewachsener Kanarienvögel (Alter unbestimmt) vor. Während die Proerythroblasten nur als seltene Zellen (Bruchteil von 1%) im Blutausschrieb auftreten, beträgt der Anteil der Proerythrocyten 6%.

zwei Tage früher als beim Leghorn, bereits am 3. *Lebenstag*. Wie im embryonalen Blute stellen wir auch für das präjuvenile Maximum beim Star einen höheren Prozentsatz an Proerythroblasten und Erythroblasten fest, als im Leghorn-Blut. Der maximale Proerythroblasten-Wert, der bei eintägigen Staren ermittelt wurde, beträgt 1,6%, der höchste Anteil der Erythroblasten wurde mit 7,2%, der höchste Proerythrocyten-Wert mit 52,5% am 3. *pe Tag* bestimmt. Mitosen der Erythroblasten treten am 2. und 3. *pe Tag* auf. Während die Proerythroblasten als seltene Zellen nur bis zum 12. *pe Tag* im Blutausschlag zu finden sind, kommen die Erythroblasten bis zum 25. *pe Tag* relativ häufig vor.

Die Proerythrocyten-Werte der juvenilen Staren (28.—320. *pe Tag*) liegen zwischen 4,4 und 8,6% (Tabellen 12 und 13).

Die präjuvenile Steigerung der unreifen Erythrocyten, die beim Leghorn zeitlich der vermehrten Knochenmarkserythropoiese (vgl. Seite 12) entspricht, erscheint beim Star gleichzeitig mit der beginnenden Erythrocyten-Bildung im Knochenmark und der hepato-splienalen Hauptfunktion (vgl. Abb. 88).

Die definitiven *E* reifen beim Star schneller als im Leghornblut. Der Wechsel der Erythrocyten I und Erythrocyten II, der für das Leghorn am 10., nach Dawson erst nach dem 13. *Entwicklungstag* festgestellt wurde, tritt beim Star vor dem 8. *Entwicklungstag* auf. Auch der Abbauprozess der primitiven Erythrocyten scheint beim Star schneller abzulaufen, als beim Huhn. Erythrocyten I, die nach unsern eigenen Resultaten beim Huhn bis zum 8. *pe Tag*, nach Dawson noch in der 2. *pe Woche* nachgewiesen wurden, treten beim Star schon am Schlüpftag nur noch als seltene Zellen auf und sind bereits am 2. *pe Tag* vollständig aus der Zirkulation verschwunden. (Abb. 82).

b) Erythrocytengrösse

LEGHORN

Adultnorm

Der Flächenindex der Erythrocyten von 5 ♂ und 5 ♀ Leghornhühnern, zeigt einen Variationsbereich (Adultbereich) von 63,22 bis 72,38 im männlichen und 68,4 bis 76 im weiblichen Geschlecht. Der mittlere Fli (Adultnorm) beträgt 69,92 beim männlichen und 71,25 beim weiblichen Tier. (Tabelle 6.)

Diese Resultate entsprechen den Angaben Langes (1919), der an gelben Italienerhühnern für 1 Hahn kleine Erythrocyten mit grosser relativer Oberfläche feststellt, während 4 Hennen grössere Erythrocyten mit kleinerer relativer Oberfläche besitzen. Aus den Lange'schen Länge- und Breitemassen (Tabelle 5) ergibt sich für den Durchschnitt der Hennen ein Fli von 79,89, während die Adultnorm des Hahns 71,05 beträgt.

Ontogenese

Die Grössenverhältnisse der embryonalen Erythrocyten sind beim Vogel nicht untersucht.

Nach unsern Befunden kommen auch bei Vögeln zwei verschiedene Grössenstufen der definitiven Erythrocyten vor, die an die «Makrocyten» und «Normocyten» (Mundorff 1927, Knoll 1927, Heissen und Schalloer 1928) des Menschen erinnern.

Die Erythrocyten der zweiten Grössenstufe (Normocyten) entsprechen den Erythrocyten des erwachsenen Tiers, während die Erythrocyten der ersten Grössenstufe (Makrocyten) die Dimensionen der Adultnorm übersteigen.

Die postembryonalen Veränderungen der Erythrocyten-Grösse wurden von Lange bei rebhuhnfarbigen Italienerküken gemessen (vgl. Tabelle 5). Bis zum 70. *pe Tag* kommen nach Lange ausnahmslos hohe Fli vor (Durchschnitt 87,6), die über dem Variationsbereich erwachsener Italienerhühner liegen. Ein maximaler Fli von 96,9 wurde am Schlüpftag festgestellt. Hohe Fli von 88,2—94,0 treten bis zum 25. *pe Tag* auf.

In Übereinstimmung mit *Lange* beobachten wir im Laufe der Ontogenese eine Verkleinerung der erythroiden Zellen, die die definitive, wie auch die primitive Erythrocytenform betrifft.

Die *primitiven* Erythrocyten, die zwischen dem 8. e Tag und 8. pe Tag auftreten, zeigen einen Fli, der zwischen 180 und 132 liegt.

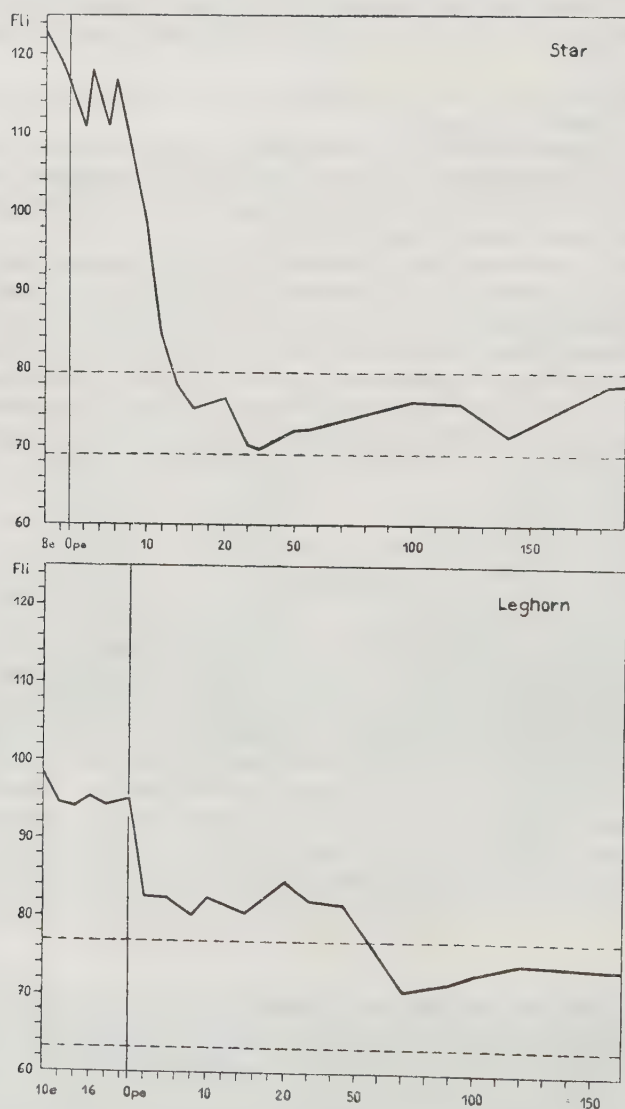


Abb. 83, Reduktion der durchschnittlichen Erythrocytengrösse (Flächenindex) während der spätembryonalen und postembryonalen Entwicklung von Leghorn und Star.

Mit einem Fli von 91,2—98,48 (12×7 — $15 \times 10 \mu$) sind die *definitiven* Erythrocyten des 8.—21. e Tags (0. pe Tag) ausnahmslos grösser als die Erythrocyten des ausgewachsenen Huhns. (Tabelle 7.) Erythrocyten II, die mit einem Fli von 66 ($11 \times 6 \mu$) den

Dimensionen des Adultbereichs entsprechen, wurden am 1.—2. *pe Tag* festgestellt. Daneben finden sich aber bis zum 45. *pe Tag* alle Grössenverhältnisse zwischen 11×6 und $15 \times 7 \mu$ (Fli von 80,07—84,42), die über dem Adultwert liegen. Die *Anisocytose* ist in den ersten *pe* Tagen (0.—8. *pe Tag*) besonders ausgeprägt. Später werden die grossen Erythrocyten immer seltener und sind mit einem Maximum von $14 \times 6 \mu$ nach der Geschlechtsreife nur noch vereinzelt anzutreffen. (Abb. 83 und 84.)

STAR

Adultnorm

Der Fli, der in den Monaten II—VIII und X—XII gemessen wurde, beträgt bei 11 männlichen Staren 69—79,3, bei 13 weiblichen 68—80,6. Der männliche Durchschnitt macht 73,2, der weibliche 72,7 aus (vgl. Tabelle 11).

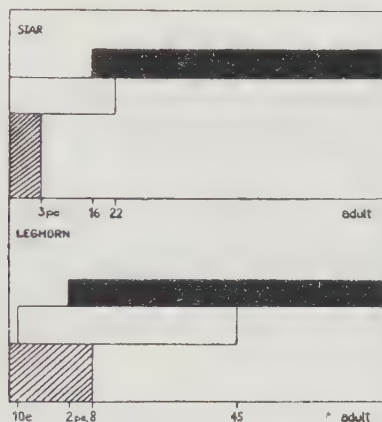


Abb. 84, Schematische Darstellung des Wechsels: E I, Makrocyten und Normocyten. Die 1. Grössenstufe ist durch die weissen, die 2. Grössenstufe durch die schwarzen und die E I durch die schraffierten Felder markiert. Die Höhe der Felder gibt das Grössenverhältnis der E an.

Ontogenese

Die Erythrocyten I und die Makrocyten der Erythrocyten II sind beim Star grösser als beim Huhn. Die primitiven Erythrocyten, die zwischen dem 8. *e Tag* und 3. *pe Tag* im Blut auftreten, zeigen einen Fli von 144—289. Die zweite Grössenstufe der Erythrocyten II, die beim Leghorn schon am 1./2. *pe Tag* auftritt, erscheint beim Star erst am 16. *pe Tag*. Eine Mischung von Makrocyten und Normocyten kommt beim Star nur während der kurzen Periode des 16.—22. *pe Tags* vor. Die Periode der stärksten Anisocytose wurde zwischen dem 0. und 5. *pe Tag* festgestellt. Im Unterschied zum Hühnerblut, das während der ganzen Juvenilperiode noch eine relativ starke Mischung der Zellgrössen zeigt, sind beim Star schon mit Ende der Präjuvenilzeit homogene Erythrocytendimensionen erreicht. Der Fli der Makrocyten liegt zwischen 84 und 144. (Vergleiche Abb. 83 und 84.)

c) *Erythrocytenzahl und Hb-gehalt**LEGHORN**Adultnorm**Erythrocytenzahl*

In den Monaten IX, X und XII wurden bei 5 ♂ und 5 ♀ weissen Leghornhühnern 4,09—4,66 und 2,65—3,80 Mill. Erythrocyten gezählt. Der mittlere Erythrocytenwert (Adultnorm) beträgt für den Hahn 4,34, für die Henne 3,15 Mill. Erythrocyten.

Hb-gehalt

Die Adultnorm der entsprechenden Hb-werte ergibt 103,4% Hb für das männliche und 69,2% Hb für das weibliche Tier. Der Adultbereich des Männchens liegt zwischen 98 und 110, der des Weibchens zwischen 63 und 79% Hb.

Der *Färbungsindex* ist mit 10,8—13,4 beim Hahn nur wenig höher als bei der Henne, die einen FI von 9,84—12,8 besitzt. Die männliche Adultnorm beträgt 11,92, die weibliche 11,17. (Vgl. Tabelle 8.)

*STAR**Erythrocytenzahl*

Erythrocytenzählungen wurden an 16 männlichen und 20 weiblichen Staren in den Monaten I—VIII, X, XI und XII durchgeführt. Der Adultbereich liegt zwischen 3,2 und 5,6 Mill. Erythrocyten für das männliche, 3,8 und 5,8 Mill. Erythrocyten für das weibliche Tier.

Beide Geschlechter zeigen jahreszeitliche Schwankungen der Erythrocytenzahl¹⁾. Die hohen Herbst- und Winterwerte (X—XII: 5,0—5,4 Mill. Erythrocyten) übersteigen den Sommerwert (VI—VIII: 4,0—4,7 Mill. Erythrocyten) um 20,7%.

Eine zweite Periode gesteigerter Werte wurde im Frühjahr festgestellt. Die maximalen Erythrocytenzahlen (5,2—5,8 Mill. Erythrocyten), die im März auftreten, sind um 32,4% höher, als der Sommerwert.

Hb-gehalt

Der Hb-wert von 15 männlichen und 20 weiblichen Staren umfasst in den Monaten II—VIII, XI und XII einen Adultbereich von 81—136 (♂) und 96—130 (♀) % Hb.

Wir stellen dieselben Saisonschwankungen fest, wie bei der Erythrocytenzahl. In den Herbst- und Wintermonaten ist der Hb-wert (X—XII: 99—125% Hb) um 18,2% höher als beim Sommerstar (VI—VIII: 81—98% Hb).

Die hohen Märzwerte übersteigen den Sommerwert um 34,8%.

Der *Färbungsindex* liegt zwischen 9,6 und 14,6.

Die Adultnorm der untersuchten Monate variiert zwischen 9,7 und 12,4. (Vgl. Tabelle 14.)

Ontogenese

Abb. 86 und 87 zeigen die embryonalen und postembryonalen Erythrocytenwerte des 9.—240. *Entwicklungstages* in ihrem Verhältnis zum Adultwert bei Haushuhn und Star. (Vgl. auch Tab. 8 und 14, sowie Abb. 78 und 79.)

¹⁾ Saisonale Veränderungen der Erythrocytenzahl kommen nach *Riddle* und *Braucher* (1934) bei Tauben, nach *Nice* und *Kraft* (1935) auch bei amerikanischen Sperlingsvögeln vor. Die höchsten Erythrocytenwerte wurden im Herbst, die niedrigsten im Sommer festgestellt. Der Unterschied beträgt für die Tauben 9,4 (doves) und 10% (pigeons).

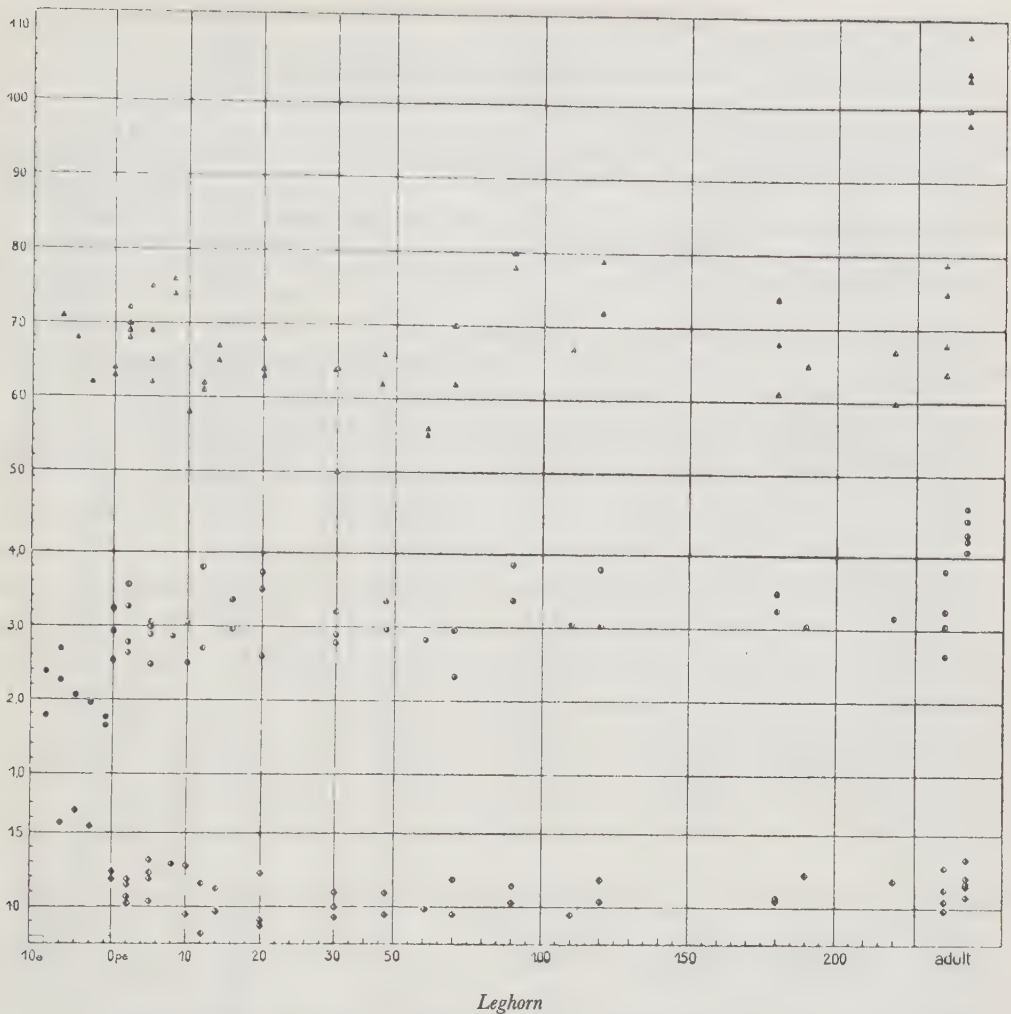
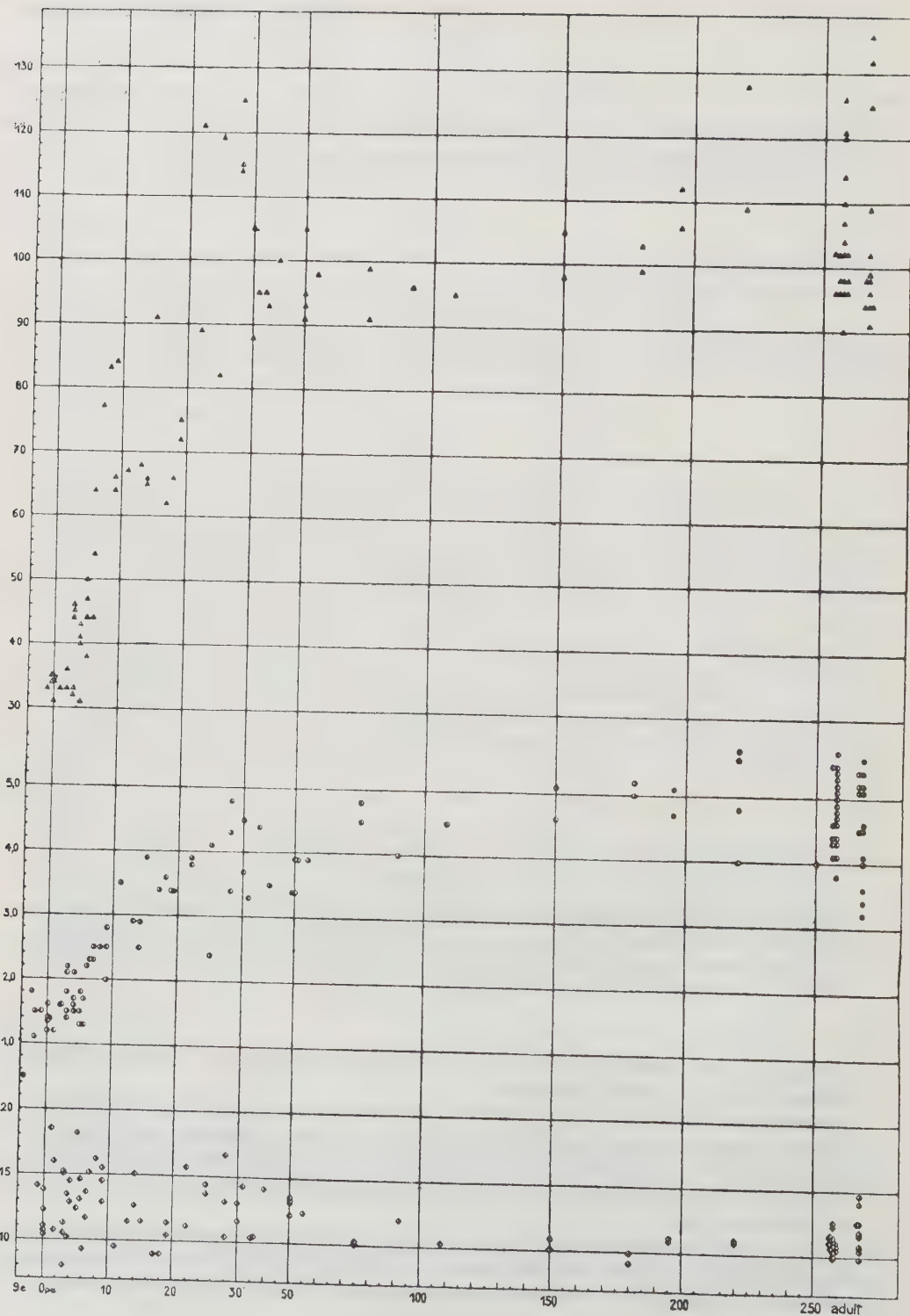


Abb. 78, Graphische Darstellung des Zahlenmaterials, das für E-zahl Δ , Hb-gehalt $\odot$ und FI $\diamond$ während der spätembryonalen und postembryonalen Entwicklung von Leghorn und Star gewonnen wurde. Jeder Punkt entspricht einem Einzelwert. Die männlichen Zeichen sind auf der rechten, die weiblichen auf der linken Hälfte schwarz ausgefüllt.

Gemeinsam ist beiden Vogelarten ein postembryonales Hb-maximum, dem eine schwache Erhöhung der Erythrocytenzahl entspricht.

Gesteigerte Hb- und Erythrocytenwerte, die über der Adultnorm liegen, treten beim Leghorn zwischen dem 10. und 20., beim Star mit dem Ausfliegen, zwischen dem 22. und 36. *pe* Tag auf, wobei das Hb-maximum in beiden Fällen vor den höchsten Erythrocytenwerten erscheint. Hb- und Erythrocytenvermehrung sind beim Star stärker ausgeprägt als beim Huhn.

Mit einem Durchschnitt von 115% Hb und 4,5 Mill Erythrocyten überschreiten Hb- und Erythrocytenmaximum des Stars die Adultnorm um 16,0 resp. 11,2%, während der Unterschied zwischen Adultnorm und Höchstwert beim Huhn nur 8,3, resp. 6,4% ausmacht.



Der steile Anstieg der Starenkurven in der *Präjuvenilperiode* ist aber vor allem durch die niedrigen Schlüpftagwerte bedingt, die mit 1,4 Mill. Erythrocyten und 33,7% Hb um 58,4 und 54,0% unter dem Adultbereich liegen.²⁾

Im Unterschied zum Leghorn, das bereits am Ende der Embryonalzeit mit Schlüpftagwerten von 2,9 Mill Erythrocyten und 63,5% Hb mehr als 90% der Adultnorm erreicht hat, bildet der Star 65% des Adultwertes erst nach dem Schlüpfen, während der Präjuvenilzeit aus.

Adultwertige Hb- und Erythrocytenzahlen, die beim Leghorn für den Erythrocytenwert am 0. *pe Tag* (21. *Entwicklungstag*), für den Hb-gehalt schon am 14. und 16. *e Tag* vorkommen, finden sich beim Star erst nach dem 10. *pe Tag* (23. *Entwicklungstag*).

Auffallende Unterschiede stellen wir für Huhn und Star auch in der *Juvenilperiode* fest. Mit der Reduktion der hohen Hb- und Erythrocytenwerte des 22.—36. *pe Tags*, ist für den Star der definitive Adultwert bereits mit dem 50. *pe Tag* erreicht. Für das Huhn folgt dagegen auf das Hb- und Erythrocytenmaximum eine ausgedehnte Periode niedriger Hb- und Erythrocytenzahlen, die unter der Adultnorm liegen. Der Juvenilwert des weiblichen Tiers stimmt erst vom 120. *pe Tag* an mit der Adultnorm überein.

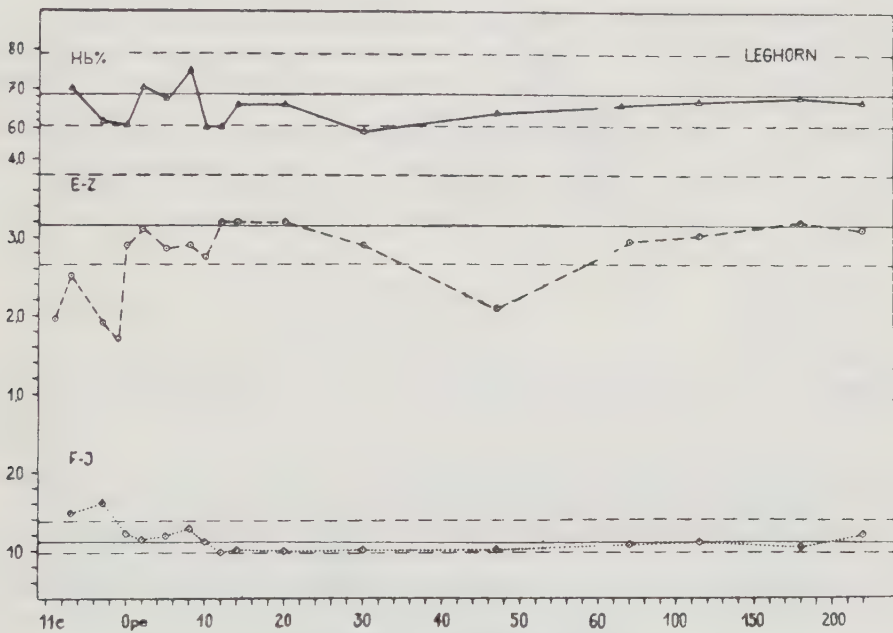


Abb. 86, Graphische Darstellung der Mittelwerte von E-zahl, Hb-gehalt und FI und ihrer Beziehung zum Adultwert.

— Adultnorm - - - Grenzen des Adultbereichs

²⁾ Niedrige Hb- und Erythrocytenwerte, die der späten Adultwertigkeit der Starenwerte entsprechen, beobachten auch Kalabukov und Rodinov (1934) bei *Passer montanus* L. vor dem 21. bis 30. *pe Tag*.

Star

Abb. 79, siehe Erläuterung Abb. 78

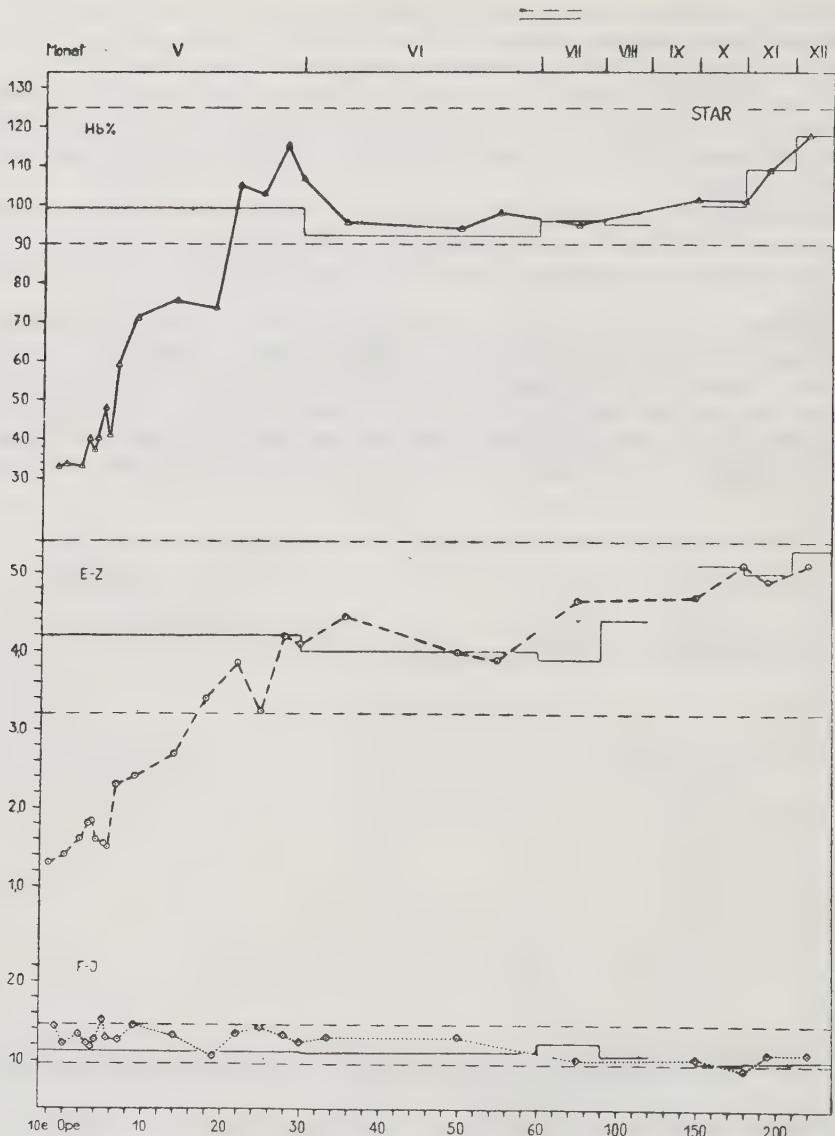


Abb. 87, Erklärung siehe Abb. 86.

Hyperchromatische Erythrocyten, wie sie bei Mensch (Mundorff 1927, Knoll 1927, Brock 1932) und Säugetieren (Lange 1919, Kindred und Correy 1930, Kunde 1932, Kalabukov und Rodinov 1934, Sabin, Smithburn, Miller, Thomas, Hummel 1936, Schmidt-Reuter 1937) im Fetalleben und in der frühen Postembryonalperiode auftreten, kommen nach Lange 1919, Dawson 1936 und unsern eigenen Resultaten auch beim Vogel vor.

Die Hb-Vermehrung eilt der Erythrocytenvermehrung voraus. Der hohe Hb-gehalt bei relativ niedrigen Erythrocytenzahlen ist auch beim Vogel auf die Grösse der Erythrocyten zurückzuführen. Mit der Normalisierung der Erythrocytengrösse wird auch der Färbungsindex auf die Adultnorm reduziert.

Der Erythrocytengrösse entsprechend treten hyperchromatische Erythrocyten beim Leghorn noch in der 1. *pe* Woche, beim Star bis zum 30. *pe* Tag auf.

Mit dem Hb-maximum der Präjuvenilperiode erscheint in beiden Fällen eine schwache Erhöhung des *FI*, die innerhalb des Adultbereichs liegt.

Die *postembryonalen* Veränderungen von *Hb-gehalt* und Erythrocytenzahl wurden von Lange (1919) an rebhuhnfarbigen Italienerhühnern untersucht. Ferner finden sich Resultate über die *postembryonale* Erythrocytenzahl von braunen Leghornküken von Juhn und Domm (1930).

Eine wesentliche Bestätigung unsrer Befunde über die *frühe Adultwertigkeit der Erythrocytenzahl* entnehmen wir vor allem Juhn und Domm, während das präjuvenile Erythrocytenmaximum in ihrem Zahlenmaterial nicht deutlich zum Ausdruck kommt. Entgegen Juhn und Domm und unsre eigenen Ergebnisse beobachtet Lange niedrige Schlüpf-tagwerte, die unter dem Adultwert liegen. Eine starke Vermehrung von Hb- und Erythrocyten-gehalt setzt erst nach dem Schlüpfen ein, um am 7.—8. *pe* Tag ein Maximum zu erreichen, das der obersten Stufe des weiblichen Adultwerts entspricht und unsern Zahlen vergleichbar ist. Nach den Lange'schen Hb- und Erythrocytenzahlen berechnet, entspricht dem präjuvenilen Hb-maximum auch bei den rebhuhnfarbigen Italienerküken eine vorübergehende, schwache Erhöhung des *Färbungsindex* (Tab. 5).

Ein *postembryonales Erythrocytenmaximum* ist auch für die Taube bekannt. Hohe Erythrocytenzahlen, die über der Adultnorm liegen, wurden von Riddle und Cauthen (1938) bei vier verschiedenen Taubenrassen für die Periode des 14. bis 75. *pe* Tags ausgezählt. (Beispiel für die «Tippler»-rasse: Adultwert (♀) 2,989, (♂) 3,045 Mill. Erythrocyten. *Erythrocytenmaximum* des 25.—60. *pe* Tags: 3,409 Mill. Erythrocyten.)

Interessant ist die Feststellung, dass die Erythrocytenvermehrung bei allen untersuchten Vogelarten die Periode umfasst, in der sich die Flugfähigkeit entwickelt.

Sie tritt beim Haushuhn in der 2. bis 3. *postembryonalen* Woche, beim Star nach dem 21., bei der Taube zwischen dem 22. und 29. *pe* Tag auf.

d) Der Gruppentypus der Erythrocyten. (*Galli-Passer*es)

Bei der Wahl unsres Untersuchungsmaterials gingen wir von der Annahme aus, dass Gruppenvertreter mit extrem verschiedenen Ontogenese- und Cerebralisations-typen (Portmann 1946, 1947) auch einen stark verschiedenen *physiologischen* Typus vertreten.

Nachdem die Gruppe der Galli nach Portmann dem niedrig cerebralisierten, die extreme Nesthockergruppe der Passeres dagegen einem hoch cerebralisierten Vogeltypus entspricht, kann man vermuten, dass auch bezüglich des Stoffwechsels die Passeres den gesteigerten Typus verkörpern.

Als ein Kriterium physiologischer Wertigkeit haben sich die respiratorischen Blut-faktoren, die sich mittels Grösse und Hb-gehalt der Erythrocyten zahlenmässig erfassen lassen, als günstiges Objekt erwiesen.

Im Folgenden wird der Versuch gemacht, den Gruppentypus der Erythrocyten bei Hühner- und Sperlingsvögeln abzugrenzen.

Das Körpergewicht der untersuchten Vogelarten liegt für die Galli zwischen 93,6 und 12 500, für die Passeres zwischen 2,42 und 1500 g.

Stresemann (1927—1934), Groebbs (1932) und Buddenbrock (1939) beschreiben für Erythrocyten-Zahl und Erythrocyten-Grösse eine Abhängigkeit von der Körpergrösse, wobei kleine Vögel höhere Erythrocyten-Zahlen und kleinere Erythrocyten besitzen als die grossen Arten derselben Verwandtschaftsgruppe. Tabellen 17 und 18 zeigen aber, dass der Einfluss von Körpergrösse auf Erythrocyten-Grösse, Erythrocyten- und Hb-gehalt des Blutes bei den untersuchten Galli und Passeres nur bei grossen Gewichtsunterschieden sichtbar wird.

Der Vergleich der leichtesten Arten mit den schwersten Gruppenvertretern lässt aber immerhin erkennen, dass eine untere Grenze des Körpergewichts besteht, die kleinere Erythrocyten und einen höheren Hb-Gehalt erfordert, als sie bei den grössten Arten derselben Verwandtschaftsgruppe vorkommen. Diese untere Grenze des Körpergewichts liegt nach den vorliegenden Werten bei den Hühnern zwischen 300 und 400, bei den Passeres zwischen 200 und 500 g.

Die Variationsbreite der Erythrocyten-Werte beider Vogelgruppen ist auf Tabellen 17 und 18 zusammengestellt. Der gruppentypischen Körpergrösse entspricht bei den Galli ein geringerer Hb-Gehalt, niedrigere Erythrocyten-Zahlen, grössere Erythrocyten und ein höherer Flächenindex als bei den Passeres. Erythrocyten-Zahl und Grösse zeigen geringe Unterschiede. Die E-Zahl von *Chrysolampis elatis* (6,6 Mill. E) die einzige untersuchte tropische Kolibriform, die wir wegen ihrer Kleinheit erwähnen, ist kaum höher als der Wachtelwert (6,3 Mill. E); die kleinsten untersuchten Sperlingsvögel (*Fringilla coelebs*, *Passer montanus*) besitzen keine kleineren Erythrocyten als Wachtel, Seidenhuhn, Zwerghuhn, weisses Leghorn und gelbes Italienerhuhn.

Die gruppentypischen Unterschiede kommen deutlich zum Ausdruck, wenn Gruppenvertreter derselben Grössenordnung verglichen werden, die sich auch in der Lebensweise ähnlich sind.

Untersuchungen von *Riddle* und *Braucher*, *Nice* und *Kraft* (vgl. Seite 30) und unsere eigenen Beobachtungen am Star sprechen dafür, dass jahreszeitliche Schwankungen der Hb- und Erythrocyten-Werte als allgemein vogeltypische Erscheinungen anzusehen sind. Undatierte Hb- und Erythrocyten-Werte aus der Literatur können deshalb nicht zum Vergleich verwendet werden. Einwandfreies Vergleichsmaterial bieten nur Vögel, die sich im gleichen physiologischen Zustand befinden. Da der Jahresrhythmus des Blutes bei den meisten zu vergleichenden Arten noch unbekannt ist, müssen wir uns begnügen Werte zu vergleichen, die wenigstens alle im gleichen Monat gemessen wurden.

Der Gegenüberstellung von passerinen Arten und Hühnerformen mit vergleichbarem Körpergewicht (Tabelle 16) entnehmen wir, dass bei der passerinen Form die physiologisch wirksameren Erythrocyten-Verhältnisse ausgebildet sind.

Gruppe	E-Zahl	Hb %	FI	E-Grösse
Galli	2,09—6,3 Mill.	50—104	8,4—19,2	$11,4 \times 6,0—16,0 \times 7,5 \mu$
Passeres	3,2 —6,59 Mill.	81—136	8,0—14,6	$11,3 \times 6,1—15,0 \times 6,25 \mu$

Variationsbreite der respiratorischen Blutfaktoren bei Hühnern und Sperlingsvögeln

Ein Hühnervogel (Edelfasan, Wachtel) mit entsprechender oder höherer Erythrocyten-Zahl wie ein gleich schwerer Sperlingsvogel (Kolkrabe, Star) zeigt niedrigere Hb-Werte, als die vergleichbare passerine Form. Bei entsprechender Erythrocyten-Grösse (Wachtel, Sturnus) besitzt der Sperlingsvogel den höheren Färbungsindex.

Diese Kontraste weiter im Einzelnen zu ermitteln, ist die Aufgabe neuer Untersuchungen, zu denen die vorliegenden einen ersten Beitrag liefern.

Diskussion

Die Ontogenese der Blutzellen bei Haushuhn und Star lässt allgemein *homiothermentypische*, *vogeltypische* und *arttypische* Merkmale erkennen.

Homiothermentypische Faktoren in der Ontogenese des roten Blutbildes sind grosse, Hb-reiche Erythrocyten und ein hoher Gehalt an unreifen Erythrocytenformen, als

spezifische Eigenschaften des Embryonal- und Neugeborenenblutes. Ein Wechsel von primitiven und definitiven Erythrocyten tritt, wie bei Säuger und Mensch, in der ersten Hälfte der Embryonalzeit auf.

Als homoiothermentypisch in der Entwicklung des *weissen Blutbildes* betrachten wir die Reihenfolge, nach welcher die verschiedenen Leukocytenarten ertsmales in den blutbildenden Organen und im Blut erscheinen (Neutrophile-Eosinophile-Basophile-Lymphocyten-Monocyten-Plasmazellen). Ferner die neutrophile Leukocytose mit Linksverschiebung, die mit der maximalen Granulopoiese in Milz und Leber in der 2. Hälfte der Embryonalzeit und in der Neugeborenenperiode auftritt, sowie der hohe Gehalt an lymphoiden Zellen während der Juvenilperiode, welcher der vermehrten Ausbildung der lymphatischen Herde entspricht.

Eine generelle Erscheinung ist auch die erythropoietische Potenz, die der embryonalen Leber und Milz zukommt.

Spezifisch *vogeltypische* Züge der Ontogenese sind die Vermehrung der unreifen Erythrocyten in der ersten postembryonalen Woche (postembryonales Maximum der unreifen Erythrocyten) und das postembryonale Erythrocyten- und Hb-maximum, das mit einer Erhöhung des Färbungsindex während der Ausbildung der Flugfähigkeit auftritt.

Übereinstimmungen nach Entwicklungstagen kommen bei Huhn und Star nur für die Ontogenese des weissen Blutbildes und für die Anlage der Knochenmarkshämoipoiese vor. (Tab. 19.) Monocyten und Plasmazellen treten bei Leghorn und Star gleichzeitig, am 18. resp. 41. Entwicklungstag auf. Neutrophile, Eosinophile, Basophile und Lymphocyten sind dagegen bei beiden Vogelarten bereits vom 13./14. Entwicklungstag an im Blut vertreten. Dasselbe gilt für die Blutbildung im Knochenmark. Granulopoiese und Erythropoiese setzen im Knochenmark des Huhns, trotz der langen, 21-tägigen Brutperiode, wie beim Star, bereits am 12./13. Entwicklungstag ein. Ob diese zeitliche Übereinstimmung zufällig ist, oder ob die frühentwickelte Schlüpfreife des weissen Blutbildes und der Knochenmarkshämoipoiese eine generelle Erscheinung der Vogelontogenese darstellt, müssen Untersuchungen an weiteren Vogeltypen entscheiden. (Vergleiche des Knochenwachstums verschiedener Vogelarten wären hinsichtlich der Knochenmarksausbildung besonders interessant.) Auffallend ist immerhin, dass die Schlüpfreife von Blut und Knochenmark mit der Schlüpfreife des Darmtractus zusammenfällt, die Joos (1941) bei verschiedenen Vogeltypen mit unterschiedlichen Brutzeiten (Huhn 21, Wellensittich 18, Taube 16—17, Amsel 14, Star 12—13 Bruttage) ebenfalls am 13./14. Entwicklungstag beobachtet hat.

Die *arttypischen* Unterschiede sind deutlich zu erkennen, wenn man den Zeitpunkt der Adultwertigkeit entsprechender Faktoren bei Huhn und Star vergleicht.

Adultwertige Zahlen treten beim Leghorn für die *Erythrocyten-Zahl* am 1. pe Tag (22. Entwicklungstag), für den *Hb-Gehalt* bereits mit dem 14. Entwicklungstag auf, während der Adultbereich beim Star erst später, nach dem 17. (E-Zahl) und 23. (Hb%), also nach 30, resp. 36 Entwicklungstagen erreicht wird.

Untersuchungen an Passerinen und Hühnervögeln mit vergleichbaren Brutzeiten (Tabelle 21) weisen darauf hin, dass die *frühe Adultwertigkeit* der Hb- und Erythrocyten-Werte ein *gruppentypisches Merkmal* der Galli ist. Die Vermehrungszahlen der Hühner sind in allen Fällen niedriger, als bei der passerinen Form.

Die stärkste Vermehrung von Hb- und Erythrocyten-Gehalt tritt für das Leghorn in der Embryonalperiode (Henne) und in der Juvenilzeit (Hahn) auf. Beim Star nehmen dagegen Hb- und Erythrocyten-Gehalt während der Präjuvenilzeit am meisten zu. Im Unterschied zum Huhn, das während der ganzen Juvenilperiode (bis zum 120.—160. pe Tag) eine langsame Angleichung der Hb- und Erythrocyten-Werte an die Adultnorm zeigt, stimmen Hb- und Erythrocyten-Gehalt des Stars schon nach 35—40 Tagen mit der Adultnorm überein.

Dieselbe Erscheinung gilt auch für die *Erythrocyten-Grösse* und den Prozentsatz der *unreifen Erythrocytenform*.

Adultwertige *Fli* der Erythrocyten treten beim Leghorn bereits am Schlüpftag, beim Star erst am 16. pe Tag (29. Entwicklungstag) auf.

Die Durchschnittsgrösse der Erythrocyten hat dagegen beim Star bereits am 22. pe Tag (35. Entwicklungstag), mit Ende der Nestzeit, die Norm des Adultwerts erreicht, während die durchschnittliche Erythrocyten-Grösse des Leghorns bis gegen den 40. pe Tag über der Adultnorm liegt.

Auch die *prozentuale Zusammensetzung der unreifen Erythrocyten-Formen* zeigt beim Leghorn eine frühe Adultwertigkeit. Proerythroblasten und Erythroblasten II sind bereits am 7. pe Tag (28. Entwicklungstag) aus der Blutbahn des Huhns verschwunden, während die Erythroblasten II beim Star bis zum 24. pe Tag (37. Entwicklungstag) im Blutausschrieb vorkommen. Der Adultwert der Proerythrocyten II tritt beim Star fast gleichzeitig mit der Reduktion der Erythroblasten II, bereits am 27. pe Tag (40. Entwicklungstag), mit Ende der Präjuvenilzeit auf, während das Leghorn durch ein langsames Ausreifen des Blutes bis gegen den 44. pe Tag (65. Entwicklungstag) gekennzeichnet ist. Es gilt diese Beobachtung auch für das *weisse Blutbild*, indem die unreifen Lymphocyten im Juvenilblut des Leghorns länger und mit höherem Prozentsatz vertreten sind, als beim Star.

Den auffälligsten Unterschied der beiden Ontogeneseformen stellen wir für die *Blutbildung* fest.

Reine Knochenmarkserythropoiese, wie sie dem Adultzustand entspricht, tritt beim Huhn bereits nach dem 18. Embryonaltag (Abbau der hämopoietischen Herde des Dottersacks), beim Star erst mit Ende der Nestperiode, am 16.—19. pe Tag auf.

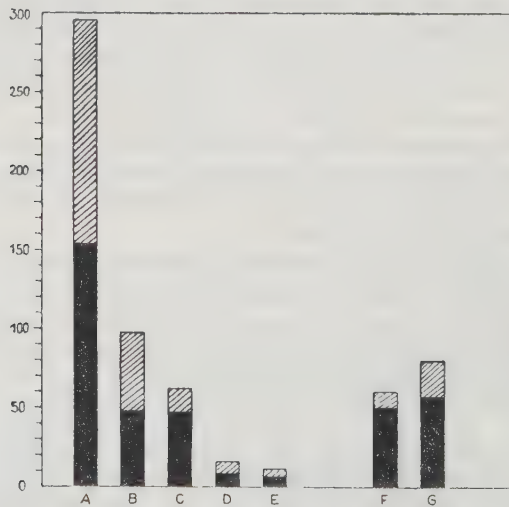


Abb. 89, Maximalwerte von: (A) Flächenindex der Erythrocyten I, (B) Flächenindex der 1. Grössenstufe der Erythrocyten II, (C) des Färbungsindex, (D) des pe Hb-gehaltes, (E) der pe Erythrocytenzahl, (F) des pe Prozentsatzes an unreifen Erythrocyten II, (G) des pe Prozentsatzes der Neutrophilen.

A-E geben den Unterschied von Maximalwert und Adultwert in % des Adultwertes an. F und G stellen den direkten Wert pro 100 Erythrocyten, resp. Leukocyten dar.

Das schraffierte Feld der Säule zeigt die Differenz zwischen Huhn- (schwarze Säule) und Starenwert (schwarzes + schraffiertes Säulenfeld).

Arttypische Unterschiede ergeben sich ferner für den *Funktionsgrad* von Blutbild und Blutbildung. Alle generellen (homiothermentypischen und vogeltypischen) Entwicklungserscheinungen sind beim Star stärker ausgeprägt, als beim Huhn (vgl. Abb. 82 sowie Abb. 81, 83, 85, 86 und 87).

Das pe Maximum der unreifen Erythrocyten ist beim Star 4,2 mal höher, die Erythrocyten I und die erste Grössenstufe der Erythrocyten II sind grösser als beim Leghorn. Den grösseren Erythrocyten-Dimensionen entsprechend besitzt der Star einen höheren embryonalen Färbungsindex.

Auch für das postembryonale Hb- und Erythrocyten-Maximum, wie für die neutrophile Leukocytose treten beim Star die günstigeren Bedingungen auf.

Das Hb- und Erythrocyten-Maximum übersteigen den Adultbereich beim Star um 16,0 und 11,2, beim Leghorn nur um 8,3 und 6,4%.

Der Maximalwert der neutrophilen Leukocytose liegt für den Star um 158, für das Huhn nur um 70% höher als der Adultbereich. Wie beim roten Blutbild ist auch für die Leukocyten (neutrophile, eosinophile Myelocyten, Hämocytoblasten) die Linksverschiebung ausgeprägter als beim Huhn.

Die gesteigerten Starenwerte entsprechen einem höheren Leistungsgrad. Der Vermehrungswert der Neutrophilen, des Hb-Gehalts und der Erythrocyten-Zahl zeigt für den Star die intensivere Blutbildung.

<i>Leghorn</i>	<i>Vermehrungswert pro Tag</i>		
E-Zahl	0,112 Mill.	während	33 Tagen
Hb-Gehalt	2,6 %	»	29 »
Unr. E/100 E	2,54%	»	5 »
Ne/100 L	7,10%	»	8* »
<i>Star</i>			
E-Zahl	0,117 Mill.	»	41 »
Hb-Gehalt	30,4%	»	41 »
Unr. E/100 E	20,3%	»	3 »
Ne/100 L	10,0%	»	8* »

Vom Vermehrungswert der unreifen Erythrocyten darf dagegen nicht direkt auf die erythropoietische Leistung geschlossen werden, da der Prozentgehalt der unreifen Erythrocyten vom Ausschüttungsmodus der erythropoietischen Organe abhängig ist. Der hohe Gehalt an frühen Erythrocyten-Stadien, wie auch die starke Linksverschiebung der Leukocyten im präjuvenilen Blutbild des Stars, kann auch eine Folge der persistierenden Hämoipoese in Leber und Milz vorstellen, die einen anderen Ausschüttungsmodus besitzen, als das Knochenmark.

Als höherer Leistungsgrad der Blutbildung können dagegen die besonderen Verhältnisse beim Star betrachtet werden, wo nach Verlust des extra-embryonalen hämopoietischen Centrums (Dottersackblutbildung) während der spätembryonalen und frühen postembryonalen Phase zusätzliche erythropoietische Herde in Milz und Leber tätig sind.

Für einen intensiveren Stoffumsatz spricht auch der rasche Abbau der Erythrocyten I beim Star, wo sich primitive Erythrocyten nur bis zum zweiten, beim Leghorn bis zum achten Postembryonaltag im Blutausrich finden.

* Die Granulopoiese setzt nach *Dantschakoff* beim Huhn mit dem vierten Bruttag ein. Beim Star ist der Beginn der Granulopoiese nicht bekannt.

Auf Seite 35—36 wurde festgestellt, dass Hühner- und Sperlingsvögel gruppentypische Unterschiede der respiratorischen Blutfaktoren aufweisen, wobei die ranghöhere passerine Form die physiologisch wirksameren Verhältnisse besitzt. Ob auch die gesteigerten hämopoietischen Prozesse der Starenontogenese ein gruppentypisches Merkmal der Passeres darstellen, müssen weitere Untersuchungen zeigen.

Aus unsern Resultaten geht hervor, dass die spezifischen Unterschiede der gruppentypischen Ontogeneseformen auch hinsichtlich der Blutbildung und des Blutbildes deutlich zum Ausdruck kommen. Der allmähliche Übergang von Präjuvenil- und Juvenilperiode lässt sich beim Leghorn im langsamen Ausreifen des *Blutbildes* erkennen, während die Präjuvenilzeit des Stars als ein von der Juvenilperiode scharf abgegrenzter Entwicklungsabschnitt erscheint; das Blutbild des Stars ist mit Ende der Präjuvenilzeit vollständig ausgereift.

Die Präjuvenilzeit des Stars hebt sich aber vor allem für die *Blutbildung* als eine Periode besonderer Bedeutung hervor. Die präjuvenile hepato-spleniale Erythropoiese lässt sich mit anderen transitorischen Bildungen, wie Schnabelwulst, Ohrverschluss und Federversenkungen (*Portmann 1938*) vergleichen, die für die Präjuvenilzeit der Starenontogenese charakteristisch sind.

Verwendete Abkürzungen

e	embryonal	E	Erythrocyt
pe	postembryonal	E I	primitiver Erythrocyt
pj	präjuvenil	E II	definitiver Erythrocyt
ad	adult	Pe	Proerythrocyt
MGG	May-Grünwald-Giemsa	Pebl	Proerythroblast
POR	Peroxydase Reaktion	Ebl	Erythroblast
K	Peroxydase Reaktion nach Knoll	Ne	Neutrophiler
ZFD	Zenker-Formol-Dominici	Eos	Eosinophiler
ATH	Alkohol-Thionin	Bas	Basophiler
ACr	Alkohol-Cresylviolett	Plyc	Prolymphocyt
E-Z	Erythrocytenzahl	Lyc	Lymphocyt
Hb	Hämoglobin	Pmoc	Promonocyt
FI	Färbungsindex: $Hb \% : (2 \times E-Z)$	Moc	Monocyt
Fli	Flächenindex: Länge $\times$ Breite eines Erythrocyten	Plz	Plasmazelle

Tabelle 1

		Morgenformel		Nachmittagsformel	
		% Ne	% Lyc	% Ne	% Lyc
Leghorn	♂	30	43	42,5	40
	♂	38	57	41	37
	♀	12	75	39	53
Star	♂	26	59	43	38
	♂	20	65	42	45
	♀	9	79	22	59
	♀	19	67	32	53

Tabelle 2

Weisses Blutbild Leghorn, adult

	Neutrophile				Eosinophile				Baso- phile	Lym- pho- cyten	Mono- cyten	Plasma- zellen
	Stab- kernige	II Seg- ment- kernige	III Seg- ment- kernige	IV Seg- ment- kernige	Stab- kernige	II Seg- ment- kernige	III Seg- ment- kernige	IV Seg- ment- kernige				
♂	2	24	5	—		1		0,2	6	50	9	2
		21	7	0,5		2	1	0	4	55	8	2
	1	25	4	—		1		0,1		64	10	
	1	15	1	1,0	1	3		0	7	58	13	1
Mittel	1	21,2	4,2	0,37	0,2	1,7	0,2	0,07	4,2	56,7	10	1,2
Maximum n. Undritz	4	22,0	12,0		2,0	9,0	3,0		8,0	81,0	20	3,0
Minimum n. Undritz	0	4	2		0	0	0		0	39,0	5	0
Mittel n. Undritz v. 10 Hähnen	1,6	16,9	7,0		0,3	2,2	0,7		3,1	56,3	10,9	1,0
♀	1	8	1	1,0		2		0,2		80	6	2
	2	7	3	0,2		1	1		4	72	8	2
	1	13	1	0,1	1	3	1		2	67	8	2
	2	15	2		1			0,1	4	80	8	
Mittel	1,5	10,7	1,7	0,3	0,5	1,7	0,5	0,07	2,5	74,7	7,5	1,7

Tabelle 3

Weisses Blutbild Leghorn, Ontogenese

Alter in Tagen	Individuen zahl	Bas	Mc	Eosinophile			Neutrophile				Ne total	Lyc total	Plyc	Lyc	Pmoc	Moc	Plz	Hchl
				Stabk	II	III	IV	Mc	Stabk	II	III	IV						
e	8								+	+	+							100
	10								3,0	16,5	13,5							67,0
	12								2,0	30,5	25,0							42,5
	14	1		1,0				+	4,0	25,0	14,5			25,0				31,5
	18	5,0	+	1,5	8,0			+	3,5	32,5	19,0	0,3		10,5	4,0			13,5
pe ♂	0																	
	3	6,5	+	1,0	8,0				8,0	27,0	17,5	2,0		24,0	5,0	3,0		+
	5	6,5		0,5	5,5			+	1,5	32,0	18,0	1,0		15,0	9,5	10,5		+
	8	2,0			3,0			+	2,0	25,0	13,0			7,0	33,0	5,0		
	10	1,0			2,0				5,0	34,0	7,0	5,0		11,0	38,0	11,0		
	20	2,0			1,0					17,0	3,0	2,0		6,0	62,0	6,0		
	30	1,0		1,0	3,0	1	0,2			15,0	6,0	0,5		21,0	66,0	4,0	2,0	
	50	6,0			2,5				0,5	2,5	4,5	1,0		10,5	79,0	4,0	1,5	
	60	4,5			0,5				1,5	10,0	8,0			19,5	68,0	10,5		
	70	5,0			2,0				1,0	2,0	1,0	3,0		14,0	78,0	10,5	1,0	
	70	5,0			1,0	0,5	1,0		2,0	9,0	14,0			25,0	59,0	10,0		
	100	2,0			1,0		0,1		2,0	14,0	5,0			21,0	71,5	6,0		
	120	1,0			1,0				2,0	7,0	5,0	0,2		14,0	81,0	3,0	1,0	
	150	2,0			4,0		0,5		1,5	26,0	6,0	2,0		5,0	88,0	5,0		
	160	4,0		1,0	2,0					13,5	2,8			27,1	61,0	8,0	1,0	
	160	3,0			1,0				1,0	23,0	2,0	0,1		16,3	67,7	7,0	2,0	
	180	2,0			3,0				2,0	9,5	3,5	0,2		26,0	65,0	6,0		
	180	4,0		1,0	5,0		0,1			28,5	4,0	0,1		75,5	75,5	6,5	1,0	
	180	2,5			4,0	1			1,0	10,5	2,0			32,5	52,5	10,5		
	200	3,0		0,5	3,5					30,5	2,6	0,5		72,5	72,5	8,5	1,0	
	200	2,0		1,0	2,0				1,5	13,0	1,8			50,0	50,0	9,0	1,5	
	250	2,0			1,0	1				14,0	12,0	1,0		69,5	69,5	11,0	1,0	
	330	4,0		0,5	3,0	1	0,2		2,0	8,0	3,0	0,2		59,5	59,5	8,0	2,0	
	330	1,0			1,0		0,1			20,5	5,0			78,0	78,0	12,0	0,5	
	330	3,5		1,0					0,5	6,5	4,0	0,1		60,0	60,0	6,0		
Adult- bereich	♂	0-8	0-2	0-2	0-9	0-3	0-0,1	0-4	4-22	1-12	0-1,0	7-34	39-81	39-81	4-20	0-3		

Tabelle 4

Rotes Blutbild Leghorn, Ontogenese

Alter in Tagen Zahl der Individuen	8. e		10. e		12. e		14. e		16. e		18. e		21. e		2. pe		5. pe		8. pe		10. pe		15. pe		20. pe		30. pe		45. pe		70. pe		90. pe		100. pe		120. pe		155. pe			
	2	%	2	%	2	%	2	%	2	%	2	%	2	%	2	%	2	%	2	%	2	%	2	%	2	%	2	%	2	%	2	%	2	%	2	%	2	%	2	%		
Erythrocyt I	20,5		7,4		3,6		2,7		1,4		1,2		0,4		0,2		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+	
Proerythroblast II	+		0,2		0,4		+		+		+		+		0,4		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+		+	
Erythroblast II	0,1		0,4		3,0		1,4		0,5		+		0,2		0,6		0,2		0,1																							
Proerythrocyt II	79,3		14,8		15,5		16,7		12,5		8,3		1,5		6,3		14,25		11,7		6,0		3,6		8,8		6,6		0		0		0,2		0,2		0,1		0,3			
Erythrocyt II			84,6		77,5		79,2		85,6		90,5		97,9		92,5		85,4		88,2		94,0		96,4		91,2		93,4		100		100		99,8		99,8		99,9		99,9			
Mitosen d. Ebl II	0,05		+		+		+		+		+		+																													
Unreife Erythrocyten II total	79,4		15,4		18,9		18,1		13,0		8,3		1,7		7,3		14,4		11,8		6,0		3,6		8,8		6,6		0													

Tabelle 5

Erythrocytenwerte des Haushuhns nach Lange (1919)

No.	Alter	Körper- gewicht g	Ge- schlecht	E-zahl in Mill.	Hb %	Länge in μ	E-größe Breite in μ	Fli	FI	Rasse	Länge Min.	Erythrocytgrösse $\times$ Breite Max.	Fli Mittel	Adultnorm
1	3 Std.	43,5	—	1,84	42	13,44	7,23	96,9	11,4	rebhuhn- farbige	10 $\times$ 6	12 $\times$ 5,5	63,22	
2	3 Tge.	41,5	—	2,23	64	12,54	7,0	87,5	14,3		11 $\times$ 6	12,5 $\times$ 6	70,19	
3	7 »	48,8	—	2,96	82	12,6	7,0	88,2	20,9	Italiener	11 $\times$ 6	12 $\times$ 6	72,38	♂
4	12 »	87,4	—	2,65	71	13,4	6,7	90,0	13,4		11 $\times$ 6	12 $\times$ 7	71,98	
5	18 »	104,5	♀	2,44	60	13,0	6,54	85,0	12,3		11 $\times$ 6	12 $\times$ 6	69,44	
6	18 »	127,5	♂	2,42	58	12,44	6,77	83,1	11,9					
7	25 »	154,4	♂	2,55	63	13,07	7,23	94,0	13,0		11 $\times$ 6	12 $\times$ 6	68,40	
8	25 »	169,6	♀	2,45	62	12,54	7,0	87,5	12,2		11 $\times$ 6	14 $\times$ 6	76,8	
9	50 »	379,0	♀	2,34	57	12,6	6,77	83,1	15,3		11 $\times$ 6	12 $\times$ 7	72,44	♀
10	50 »	544,0	♂	2,49	61	12,77	6,6	83,8	10,2		11 $\times$ 6	12 $\times$ 6,5	74,40	
11	70 »	638,0	♂	2,46	61	12,77	6,9	87,6	12,8		11 $\times$ 6	12 $\times$ 6	70,68	
12	70 »	643,0	♀	2,39	61	13,0	6,53	84,9	12,7	Leghorn, adult				
Adult	»	1270	♀	3,02	72	11,63	6,63	76,9		gelbe				
»	»	1625	♀	2,72	68	11,85	6,24	73,6		Italiener				
»	»	1678	♀	2,98	68	11,3	6,25	70,6						
»	»	2190	♀	2,42	57	12,0	6,39	76,7						
»	»	2295	♂	3,26	99	11,46	6,2	70,7						
Mittel			♀	2,52	66,2			74,5						72,52

Jeder Individualwert ist das arithmetische Mittel aus 4 Zählungen.

Tabelle 7

	Alter in Tagen	Länge Min.	× Breite in μ Max.	Flü Mittel	Zahl der Indiv.
e	10	11 × 8	14 × 8	98,4	2
	12	11 × 8	13 × 9	94,4	2
	14	11 × 7	14 × 8	94,0	2
	16	11 × 8	14 × 8	95,2	2
	18	12 × 7	12 × 8	94,4	2
pe	0	12 × 7	14 × 7	95,0	3
	2	11 × 6	15 × 7	82,5	3
	5	11 × 7	14 × 7	82,3	2
	8	11 × 6	14,5 × 6	80,07	4
	10	12 × 6	14 × 7	82,4	2
	15	11 × 7	14 × 7	80,64	2
	20	12 × 6	15 × 7	84,42	2
	30	12 × 6	15 × 7	82,2	2
	45	12 × 6	15 × 6	81,6	2
	70	11 × 6	14 × 6	70,76	2
	90	11 × 6	12 × 6,5	71,82	2
	100	11 × 6	12 × 7	72,96	2
	120	11 × 6	13 × 6	74,34	2
	155	12 × 6	14 × 6	73,8	2

Erythrocytengrösse, Leghorn, Ontogenese

Tabelle 9

Weisses Blutbild Star, adult

	Neutrophile				Eosinophile				Baso- phile	Lym- pho- cyten	Mono- cyten	Plasma- zellen
	Stab- kernige	II Seg- ment- kernige	III Seg- ment- kernige	IV Seg- ment- kernige	Stab- kernige	II Seg- ment- kernige	III Seg- ment- kernige	IV Seg- ment- kernige				
♀	1,0	11,0	7,0	1,0			2,0	2,0	7,0	67,0	5,0	0,5
		9,0	5,0			1,0			5,0	71,0	9,0	
	2,0	21,0	10,0	0,5	2,0	2,0	1,0		7,0	40,0	16,0	0,5
	3,0	17,0	6,0		1,0	1,0	1,0		5,0	56,0	9,0	2,0
		10,0	6,0	2,0	1,0	2,0	3,0	1,0	4,0	62,0	13,0	1,0
	1,0	13,0	11,0			1,0	2,0		8,0	52,0	10,0	
Mittel:	4,0	7,0	5,0			3,0	1,0		3,0	75,0	7,0	
		11,0	15,0	0,5		7,0	1,0		5,0	59,0	5,0	1,0
	1,3	12,5	8,1	0,5	0,5	2,1	1,3	0,37	5,5	56,6	9,2	0,6
	1,0	16,0	9,0		1,0	1,0	1,0		5,0	68,0	14,0	
		11,0	5,0	0,5	1,0	2,0	3,0	1,6	6,0	61,0	12,0	1,0
		6,0	3,0			1,0	1,0		6,0	73,0	6,0	3,0
♂	1,0	9,0	6,0	1,0		1,0	2,0		10,0	62,0	6,0	2,0
	2,0	19,0	8,0			2,0	1,0		8,0	58,0	9,0	
	1,0	20,0	7,0	2,0	1,0	2,0	1,0	0,5	7,0	52,0	10,0	0,5
		14,5	11,0			1,0	1,0		4,0	66,5	5,0	
	3,0	12,0	9,0		1,0	2,0	1,0		8,0	56,0	8,0	
	1,0	13,4	7,2	0,4	0,5	1,5	1,3	0,2	6,3	61,5	8,7	0,7

Tabelle 8

Erythrocytenwerte Leghorn, Ontogenese

Alter in Tagen	Geschlecht	E-zahl in Mill.	Hb %	FI
e				
10		1,215		
12		2,381		
»		1,793		
14		2,263	71	15,7
»		2,690		
16		2,063	68	16,5
18		1,950	61	15,5
»		1,913		
20		1,775		
»		1,651		
21		2,925	64	11,90
»		2,538	63	12,4
»		3,219		
pe				
14	♂	3,365	65	9,7
»	♂	2,963	67	11,3
20	♂	2,600	64	12,3
»	♂	3,503	63	8,7
»	♂	3,738	68	9,1
30	♂	2,695	50	9,3
»	♂	2,900	64	11,0
»	♂	3,200	64	10,0
47	♂	2,988	66	11,0
»	♂	3,350	62	9,5
61	♂	2,825	56	9,9
»	♂		55	
70	♂	2,327	62	9,5
»	♂	2,950	70	11,9
90	♂	3,375	78	11,5
»	♂	3,856	80	10,3
110	♂	3,038	67	9,5
120	♂	3,025	72	11,9
»	♂	3,800	79	10,4
180	♂	3,250	68	10,5
»	♂	3,487	74	10,6
190	♂	3,052	65	12,3
220	♂	3,156	67	11,9
ad ♂		4,093—	98—110	10,8—
		4,662		13,4
ad ♀		2,650—	63—79	9,84—
		3,800		12,8
Mittel ♂		4,355	103,4	11,92
» ♀		3,155	69,2	11,17

Tabelle 10

Alter in Tagen	Indivi- duen Zahl	Bas	Eosinophile				Neutrophile			
			Mc	Stabk	II	III	IV	Mc	Stabk	II
e										
8	3							2,0	5,3	6,7
10	3							3,0	10,0	30,0
12	3				4,0			10,0	12,0	32,0
pe										
0	3	3,0	3,0	1,0	4,0			27,0	20,0	26,0
3	3	6,0	1,0	3,0	2,0			31,0	14,0	13,0
5	3	3,5	1,0	5,0	4,5	1,0		12,0	24,0	27,0
10	2	2,0		1,0	6,0	2,0		3,0	10,0	11,0
15	2	7,0		2,0	8,0	1,0	1,0		5,0	12,0
20	2	6,0		1,0	1,0	1,0			2,0	7,0
22	2	8,0			4,0	2,0	1,0		1,0	14,0
25	2	10,0			2,0	1,0				12,0
28	2	6,0		2,0	1,0	2,0			3,0	13,0
30	3	4,0			1,0	3,0			1,0	6,0
32	2	3,0			5,0	2,0				12,0
35	2	3,0		1,0	2,0	3,0	1,0		5,0	12,0
40	2	3,0			2,0	2,0			1,0	10,0
50	3	5,0			3,0	2,0			2,0	8,0
70	2	4,0			2,0	1,0				9,5
100	4	7,0		1,0	1,0	1,0			1,5	14,5
120	2	8,0			2,0	1,0	1,0		3,0	12,0
140	4	6,5			3,0	2,0			0,5	9,0
180	4	7,5		1,5	4,0	1,0			1,0	13,0
180—210	3	5,5			2,0	1,0	0,5			17,0
220	4	3,0			3,0	1,0				12,0
250	2	6,5		1,0	1,5	1,0			0,5	10,0
270—300	2	9,0			2,0	1,0				7,0
300—330	4	4,0			1,0	1,0				15,0
Adultbereich		3,0—10,0		1,0—2,0	1,0—7,0	1,0—3,0	0—2,0		1,0—4,0	6,0—21,0

Weisses Blutbild Star, Ontogenese

Neutrophile		Ne total	Lyc total	PLyc	Lyc	Pmoc	Moc	Plz	Hcbl
III	IV								
2,6	1,3	17,9							78,0 (3 M)
5,0		48,0							55,6
24,0	2,0	80,0		4,0					17,0
1,0		74,0	13,0	10,0	3,0				3,0
3,0		61,0	24,0	24,0	2,0				1,0
14,0		77,0	22,0	17,0	5,0	4,0	5,5		1,0
7,0		31,0	47,0	29,0	18,0	7,0	2,0		2,0
9,0		26,0	50,0	6,0	44,0	1,0	7,0		
9,0	1,0	19,0	65,0	2,0	63,0		6,0		
4,0		18,0	68,0	1,0	68,0		8,0		
6,0		18,0	66,0	0,2	66,0		5,0		
10,0		23,0	70,5	0,1	70,5		6,0	1,0	
4,0		11,0	86,0		86,0		7,0	1,0	
8,0	1,0	20,0	65,0		65,0		6,0		
7,0		19,0	72,0		72,0		5,0		
8,0		18,0	68,0		68,0		5,0	3,0	
4,0		16,0	71,0		71,0		5,0	3,0	
5,0		14,5	75,0		75,0		7,0		
8,5		24,5	61,0		61,0		9,0	1,0	
6,0		21,0	67,0		67,0		6,0	2,0	
4,0		13,5	72,0		72,0		10,0		
8,5	0,5	23,0	67,0		67,0		12,0		
8,0		25,0	56,5		56,5		10,0	0,5	
9,0		21,0	64,0		64,0		8,0		
8,0		18,5	70,6		70,6		5,0	1,0	
5,0		12,0	73,0		73,0		6,0		
10,5	1,0	25,5	53,0		53,0		9,0		
3,0—15,0	0,5—2,0	9—31	40,0—75,0		40,0—75,0		5,0—14,0	0,5—3,0	

Tabelle 11

Erythrocytengröße und unreife Erythrocyten Star, adult

Jahreszeit	Erythrocytengröße		L × Br Mittel aus 100 Messungen	Fli	Pe %	Ebl %	Geschlecht
	L × Br minimum	L × Br maximum					
<i>Mittelwerte:</i>							
II				73,7	4,5		
III				76,5	6,0		
IV				74,2	6,7		
V				75,2	7,4		
VI				72,2	10,1		
VII				71,2	7,2		
IX				70,0	2,0		
X				76,1	5,3		
XII				71,4	3,5		
<i>Einzelwerte:</i>							
II	12 × 6	13 × 6	12,3 × 6	73,8	5,4		♀
	12 × 6	14 × 5	12,2 × 6,4	78,5	4,4		♂
	12 × 6	13 × 6	12,1 × 5,7	68,9	4,8		♂
III	12 × 6	12 × 7	11,8 × 6,2	73,1	5,4		♀
	12 × 6,5	13 × 6,5	12,2 × 6,5	79,3	6,8		♀
	11 × 6,5	13 × 6	12 × 6,3	75,6	6,8		♂
	12 × 5,5	12 × 6,5	12 × 6	78,0	5,0		♂
IV	12 × 6	14 × 5	12,0 × 5,84	70,4	7,2		♀
	12 × 5,5	12 × 6,5	12 × 6	78,0	6,2		♂
V	12 × 6	13 × 6	12,2 × 6,1	73,2	12,6		♀
	12 × 6	14 × 6,5	12,6 × 6,4	80,6	6,4		♀
	12 × 6	13 × 6	11,6 × 6	69,3	6,4		♂
	12 × 6	13 × 6,5	12 × 6,5	78,0	4,4		♂
VI	11 × 6	12 × 6,5	11,3 × 6,1	68,9	8,3	0,4	♀
	12 × 5,5	13 × 6	12,4 × 5,9	73,2	12,2	0,6	♀
	11 × 6	13 × 6	12,2 × 5,9	72,0	9,8		♀
	11 × 6	12 × 6	11,5 × 6	69,0	10,5		♀
	11 × 6	12 × 6,5	11,3 × 6,1	68,9	9,8		♂
VII	11 × 6	12 × 6,5	11,6 × 6,1	70,7	5,4		♀
	11 × 6	12 × 7	11,2 × 6,5	72,8	7,2	0,2	♀
	11 × 6	12 × 7	11,6 × 6,1	70,6	8,2		♂
	11 × 6	13 × 6	12 × 6	72,0	8,0		♂
VIII	12 × 6	12 × 6,5	12 × 6,1	73,2	2,6		♂
IX	11 × 6	12 × 6,5	11,5 × 6	69,0	0,8		♀
	12 × 5,5	13 × 6	12 × 6	72,0	3,2		♂
X	11 × 6	13 × 6	12,2 × 5,6	78,3	9,2		♀
	12 × 6	12 × 6,5	11,9 × 6,5	77,3	1,8		♀
	12 × 6	13 × 6	12 × 5,8	69,6	5,2		♂
	12 × 6	13 × 6,5	12,2 × 6,5	79,3	5,0		♂
XII	11 × 6	13 × 6	12 × 6	72,0	2,6		♀
	12 × 5,5	13 × 6	11,8 × 6	70,8	4,4		♂

Tabelle 12

Rotes Blutbild Star, Ontogenese

Alter in Tagen Zahl der Individ.	8. e 3 %	10. e 3 %	12. e 3 %	0 3 %	1. pe 3 %	2. pe 2 %	3. pe 2 %	5. pe 3 %	10. pe 2 %	12. pe 2 %	14. pe 2 %	16. pe 2 %	20. pe 2 %	22. pe 2 %	25. pe 2 %	28. pe 2 %	30. pe 2 %	32. pe 2 %	35. pe 2 %	40. pe 2 %	50. pe. 2 %
Erythrocyt I	9,3	1,5	0,2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Proerythroblast II	2,2	0,4	+	0,2	1,6	0,8	0,6	0,2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Erythroblast II	3,6	3,2	+	0,53	0,75	2,1	7,2	5,4	1,0	0,5	0,4	0,2	0,3	0,2	0,2	+	+	+	+	+	+
Proerythrocyt II	26,1	19,0	7,4	0,2	0,1	8,6	32,9	52,5	30,9	23,3	11,9	9,0	9,2	9,0	7,8	6,6	6,0	5,0	5,2	6,2	8,2
Erythrocyt II	58,8	75,9	85,9	99,3	98,9	90,65	65,0	40,3	63,7	75,7	87,6	90,6	90,8	90,7	92,2	93,4	94,0	95,0	94,8	93,8	91,8
Mitosen d. Ebl. II	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Unreife E total	31,9	22,6	7,4	0,2	0,83	10,95	35,8	60,3	36,5	24,3	12,4	9,4	9,4	9,3	8,0	6,8	6,0	5,0	5,2	6,2	8,2

Tabelle 13

Alter in Monaten	Pe %	Jahresmonat
------------------	------	-------------

IV	♂ 4,4	VIII
V	♀ 4,8	IX
	♂ 0,2	
	♀ 3,6	
	♂ 0,8	
VI	♀ 2,0	X
	♂ 4,4	
	♀ 6,8	
	♂ 7,6	
VII	♂ 8,6	XI
VIII	♀ 8,2	XII
	♂ 4,0	
	♀ 2,6	
	♂ 5,6	
	♀ 5,0	
IX	♂ 6,8	I
X	♀ 6,0	II
XI	♂ 3,3	III
Unreife Erythrocyten Star, juvenil		

Tabelle 16

Gruppentypische Unterschiede der Erythrocyten bei vergleichbaren Hühner- und Sperlingsvögeln

Art	Körper- gewicht in g	E-zahl in Mill.	Hb %	Färbe- Index	E-größe L × Br	Pe %
<i>Sturnus v.</i>						
<i>vulgaris L.</i>	90	5,2	126,4	11,4	12 × 6,25	6,4
<i>Coturnix c.</i>						
<i>coturnix L.</i>	100	5,7	104,5	9,7	12 × 6,25	5,0
<i>Colaeus</i>						
<i>monedula, L. ♀</i>	195	4,5	94	9,64	12 × 6	6,8
<i>Perdix p.</i>						
<i>perdix, L. ♀</i>	250	2,4	88	18,3	13,3 × 6,5	7
<i>Corvus c.</i>						
<i>Phasianus</i>	1088	4,4	105	11,9	14 × 6	5,3
<i>colchicus, L. ♂</i>	1177	3,4	85	12,5	13,2 × 7,8	3,3
Messungen im Monat März.						

Tabelle 14

Erythrocytenwerte Star Adult

STAR

Monat	Geschlecht	E-zahl in Mill.	Hb %	Adult FI
II	♀	4,1		
	♀	4,9	104	10,6
	♀	4,4	107	12,2
	♀	4,3		
	♂	4,0		
	♂	4,6		
III	♀	5,8	126	10,9
	♀	5,6	130	11,6
	♀	5,6	120	10,7
	♀	5,5	120	10,8
	♀	5,2	121	11,6
	♂	5,6	132	11,8
IV	♂	5,4	136	12,5
	♀	4,1	98	11,4
	♂	5,2	102	9,8
V	♂	5,2		
	♀	4,6	102	11,0
	♀	4,4	102	11,4
	♀		98	
	♀	4,4	96	10,9
	♀	4,6	96	10,4
VI	♂	4,5	98	10,8
	♂	4,1	98	11,7
	♂	3,4	96	14,0
	♀	—	—	—
	♀	3,8	90	11,8
	♀	4,8	96	10,0
	♂	3,6	91	12,5
	♂	3,9	94	11,8

STAR

Monat	Geschlecht	E-zahl in Mill.	Hb %	Adult FI
VII	♀	—	—	—
	♀	4,7	98	10,3
	♂	3,2	94	14,6
VIII	♀	4,3	96	11,1
	♂	4,5	94	10,4
X	♀	5,1	102	9,9
	♂	5,1	99	9,6
XI	♀	5,0	110	11,0
	♂	5,1	109	10,7
XII	♀	5,3	114	10,6
	♂	5,4	125	11,6

Mittelwerte:

II	4,5	106,5	11,4
III	5,2	126,4	11,4
IV	4,8	100,0	10,0
V	4,2	99,1	11,4
VI	4,0	92,5	11,2
VII	3,9	96,0	12,4
VIII	4,4	95,0	10,7
X	5,1	100,5	9,7
XI	5,0	109,5	11,0
XII	5,3	119,5	11,1

Tabelle 15

Erythrocytenwerte Star, Ontogenese

Alter in Tagen	Ge- schlecht	E-zahl in Mill.	Hb %	FI Hb $\frac{2 \times E-Z}{E-Z}$	Jahres- monat
e					V
9		0,3			
9—10		0,5			
10—11		1,8			
11	♀	1,1			
	♂	1,5			
12	♀	1,5	33	14,1	
pe					
0	♂	1,4	34	11,0	
	♂	1,4	31	10,4	
	♂	1,4	35	12,3	
	♀	1,6	35	10,7	
	♂	1,2	34	13,8	
1	♀	1,2	33	18,5	
1—2	♂	1,6	33	16,0	
	♀	1,6	36	10,7	
3	♀	2,1	45	10,5	
	♂	1,5	46	15,2	
	♀	1,4	44	15,1	
	♂	2,2	32	8,0	
	♂	1,9	33	11,8	
3—4	♂	2,1	43	10,2	
	♂	1,6	31	13,5	
4	♀	1,7	41	14,5	
	♂	1,5	40	12,9	
5	♂	1,3	50	18,2	
	♀	1,8	46	12,4	
5—6	♂	1,7	44	13,1	
	♀	1,3	38	14,6	
6	♂	2,2	44	9,8	
6—7	♀	2,3	54	11,7	
	♀	2,3	64	13,7	
7	♂	2,5	77	15,2	
8	♂	2,5	83	16,2	
9	♀	2,5	66	12,9	
	♂	2,0	64	15,5	
	♀	2,8	84	14,5	
11	♂	3,5	67	9,5	
13	♀	2,9	68	11,5	
14	♀	2,5	76	15,1	
pe					
15	♂	2,9	75	12,7	
17	♀	3,9	91	11,5	
18	♂	3,4	62	9,0	
18	♀	3,6	66	9,0	
19	♂	3,4	75	10,9	
	♂	3,4	72	10,5	
22	♀	3,8	121	15,7	
	♂	3,9	89	11,2	
25	♂	2,4	82	13,7	
	♂	4,1	119	14,4	
28	♀	3,4	115	16,7	
	♂	4,3	114	13,1	
	♀	4,8	125	10,4	
30	♂	4,5	115	11,6	
	♀	3,7	98	13,0	
32	♀	3,3	95	14,3	VI
35	♂	4,5	95	10,4	
36	♀	4,4	93	10,5	
40	♂	3,5	100	14,1	
50	♀	3,4	93	13,3	
	♀	3,9	105	13,1	
	♀	3,4	91	13,5	
	♀	3,9	95	12,1	
55	♂	3,9	98	12,4	
75	♀	4,8	99	10,4	VII
	♀	4,5	91	10,1	
92	♂	4,0	96	12,0	
108	♀	4,5	94	10,4	VIII
150	♂	5,2	103	9,9	X
	♂	4,9	105	10,1	
	♀	4,5	98	10,9	
180	♂	5,0	99	9,1	
180—210	♂	4,7	106	11,1	XI
	♀	5,1	112	11,0	
220	♂	4,8			XII
	♀	4,1	109	11,1	
	♂	5,7	128	11,1	
	♀	5,6			
250	♂	4,0			I

Tabelle 17

Erythrocytenwerte, Galli

Art	Indiv. zahl u. Ge- schlecht	E-zahl in Mill.	Hb %	F-I	E-grösse L × Br	Pe %	Körper- gewicht in g	Monat	Autor
Coturnix c. coturnix L.	♂	5,3	105	9,9	12 × 6,4	5	116,5	III	Sandreuter
» »	♂	6,2	104	8,4	12 × 6,1	3	102	III	»
» »	♀	6,3			12 × 6,1	3,5	90,5	III	»
» »	♂	5,1	97	9,5	11,9 × 6,3	2,3	93,6	VII	»
» »	♂	4,0			11,25 × 6,25		95		Venzlaff
Colinus virginianus	3 ♀	3,08—3,80	31—100				174,2	X, XI	L. B. Nice, M. M. Nice, R. M. Kraft
Bambuswachtel	♂				11,9 × 6,3	2,3	304	III	Sandreuter
Zwerghuhn	♂	3,316			14 × 7		400		Venzlaff
Perdix p. perdix L.	♀	2,937	90	15,5	14 × 6,7	7	380	III	Sandreuter
» »	♀	2,437	88	18,3	13,3 × 6,5	5,4	405	III	»
Goldfasan	♀	4,225	88	10,5	12,5 × 7	3,6	550	III	»
» »	♂	3,125	90	14,5	13 × 7,2	5,6	600	III	»
Zwerghuhn	♀	3,53	65	9,3	12 × 5,7	0—0,3	840	III	»
Japan. Seidenhuhn	♀	3,85	58	7,6	11,1 × 5,9	0	960	III	»
Phasianus colchicus L.	♂	3,4	88	12,9	13,2 × 7,8	3,3	1 170	III	»
Perlhuhn		2,7			15 × 7		1 500		Venzlaff
Negerhuhn	♂	3,32			14 × 7		1 500		»
Weisses Leghorn	5 ♀	2,650—3,800	63—79	9,84—12,8	12 × 6	0—0,3	1250—1954	IX, X, XII	Sandreuter
» »	5 ♂	4,093—4,662	98—110	10,8—13,4	14 × 6	0—0,2	2182—2270	IX, X, XII	»
Gelbe Italiener	4 ♀	2,42—3,02	57—72	11,4—12,5	12 × 5,5		1270—2295		Lange
» »	♂	3,26	99	15,2	11,3 × 6,25— 6,63 × 12,0		2 295		»
Langshanhuhn	♂	3,376			6,2 × 11,46		4 500		Venzlaff
Pavo cristatus	♀	2,094			14 × 7		4 000		Venzlaff
» »	♀				16 × 7,5				Gulliver
» »	♀	2,39	84	17,5	14 × 7		4 200	VI	Sandreuter
» »	♀	2,69	104	19,2	14 × 6,7	2,3	4 800	VI	»
Meleagris gallopavo	♀	2,37			15,5 × 7	3,0	4 500		Groebels
» »	♂	2,24			15,5 × 7,5		12 500		»

Tabelle 19

1. Auftreten der verschiedenen Leukocytenarten nach Entwicklungstagen

Zellart	embryonales Mesenchym	Leber	Milz	Knochenmark	Blut
LEGHORN					
Ne	4./5.*)	11.	5.*)	12.	
Eos	18.—21.*)	14.—18.	12.	14.	18.
			10.		
Bas	9.*)	14.—18.	12.	13./14.*)	14.
Lyc	11./12.*)	18.	12./13.*)	18.	14.
			14./18.		
Mon		18.	14.—18.	18.	18.
Plz		41.	41.	41.	41.
STAR					
Ne				12./13.	
Eos		12./13.	8.	12./13.	12./13.
Bas		12./13.	8.	12./13.	12./13.
Lyc		12./13.	12./13.	23.	12./13.
Mon		18.	16.—18.	23.	18.
Plz		33.—41.	33.	33.	41.

*) nach Dantschakoff

Tabelle 20

		E-zahl in Mill.	Hb %	FI
September	♂	4,2	98	11,6
September	♂	4,5	105	11,7
Oktober	♂	4,7	100	10,8
Dezember	♂	4,1	110	13,4
Dezember	♂	4,3	104	12,1
Mittel	♂	4,4	103,4	11,92
September	♀	3,3	64	9,84
September	♀	3,1	75	12,3
Oktober	♀	3,8	79	10,4
Dezember	♀	2,7	68	12,8
Dezember	♀	3,0	63	10,5
Mittel	♀	3,2	69,2	11,17
Leghorn,	adult			

Tabelle 21

Art	Brutdauer	Schlüpfstagwert		Adultwert		Vermehrungszahl Ad'wert/Schl'tagwert	
		E in Mill.	Hb %	E in Mill.	Hb %	E in Mill.	Hb %
Leghorn	21 Tage	2,9	63,5	3,1	69,2	1,09	1,09
Mauersegler	20 Tage	1,9	30,0	4,4	109,0	2,31	3,63
Wachtel	17 Tage	3,1	70,0	5,3	102,0	1,70	1,40
Star	13 Tage	1,4	33,3	4,2	99,1	3,00	2,90

Tabelle 18

Art	Indiv.- zahl	Körper- gewicht in g	E-zahl in Mill.	Hb %
Chrysolampis elatis		2,42	6,59	113
Spizella passerina	1	12,5	5,53	75
Spizella arborea	1	20,0	5,61	
Junco hiemalis	18	20,0	4,495 ♀—7,645 ♂	91—92
Melospiza lincolni	1	20,6	5,23	
Baeolophus bicolor	3	21,0	3,93—4,685	83—85
Melospiza melodia	9	21,3	4,46—5,25	
» »	3			80
Zonotrichia albicollis	28	26,3	4,01—6,77	83—86
Fringilla coelebs		19—29	3,66	
Zonotrichia leucophrys	4	29,7	4,64—5,69	
Hylocichla guttata	1	30,0	4,81	80
Passer montanus		30	2,5	
» »			5,2	
» »				
Passer domesticus	4	29—35	4,35—4,68	
» »	3	31—33	4,87—5,125	
» »	5			80
Molothrus ater	3	39,4	5,42—6,6	
Pipilo erythrophthalmus	1	40,5	4,20	98
Richmondia cardinalis	4	43,5	4,48 ♂—5,60 ♀	98 ♀—111 ♂
Toxostoma rufum	1	65,0	5,904	100
Turdus n. merula L.		75	3,526	
» »		85	6,47	104
Sturnus v. vulgaris L.	37	57—109	3,2 —5,8	91—136
Quiscalus q. aeneus	1	129	5,405	103
Pyrrhocorax graculus	1	165,5	5,9	108
Corvus monedula spermologus V.	1	195	4,5	94
Corvus f. frugilegus L.		480	2,882	
Corvus c. cornix L.		480—505	3,35	
Corvus c. corone L.		304—500	2,49	
Corvus c. corax L.		1500	3,925	
» »		1088	4,386	105

Erythrocytenwerte, Passeres

F-I	E-grösse L × Br	Fe %	Monat	Autor
8,56			X	<i>Herzog</i> <i>L. B. Nice, M. M. Nice, M. R. Kraft</i>
6,9—7,9			XII	» » »
8,8—9,4			XII, II	» » »
7,9—9,5			X	» » »
			IV, V	» » »
	12,4 × 7,5			<i>Welcker</i> <i>L. B. Nice, M. M. Nice, R. M. Kraft</i>
			X	» » »
	12,5 × 6,2			<i>Gardener</i>
	11,9 × 6,8			<i>Venzlaff</i>
				<i>Gulliver</i>
			V	<i>Sandreuter</i>
			IV	»
			X	<i>L. B. Nice, M. M. Nice, R. M. Kraft</i>
11,8			V	» » »
8,9 ♀—12,3 ♂			XII, II	» » »
8,5			IV	» » »
8,0			III	<i>Venzlaff</i> <i>Sandreuter</i>
9,6—14,6	11,5 × 6,0— 12,2 × 6,5	0,8—12,6	II-VIII u. X-XII	»
9,5				<i>L. B. Nice, M. M. Nice, M. R. Kraft</i>
9,15	12,4 × 6,3	4,4	I	<i>Sandreuter</i>
10,5	12 × 6	6,8	III	»
				<i>Welcker</i>
				<i>Wastl u. Leiner</i>
	11,8 × 7,2			<i>Bethe</i>
	15 × 6,25			<i>Venzlaff</i>
11,9	14 × 6		III	<i>Sandreuter</i>

Zusammenfassung

1. Die Genese der acidophilen Vogelleukocyten wird eingehend beschrieben und mit den neutrophilen und eosinophilen Leukocyten von Mensch und Säugetieren verglichen. Die *kristalloid-granulierten* Vogelleukocyten entsprechen in ihrer Entstehung den *Neutrophilen*, die *amorph-granulierten* Vogelleukocyten den *Eosinophilen* der Säugetiere.

2. Der I. und II. Hauptteil geben eine detaillierte Schilderung des weissen und roten Blutbildes, sowie der Leber-, Milz- und Knochenmarkblutbildung in der Ontogenese von Haushuhn (*Gallus gallus* L.) und Star (*Sturnus v. vulgaris* L.). Es werden *homoiothermentypische*, *vogeltypische* und *arttypische* Merkmale unterschieden.

3. Als wichtigstes *vogeltypisches* Merkmal tritt in der Postembryonalperiode eine vorübergehende Steigerung von Erythrocytenzahl und Hb-gehalt des Blutes auf, die zeitlich mit der Entwicklung der Flugfähigkeit zusammenfällt.

4. Die auffälligsten *arttypischen* Unterschiede ergeben sich für die Blutbildung. Während sich die Erythropoiese beim Leghorn mit abklingender Dottersackblutbildung allein auf das Knochenmark beschränkt, kommt beim Star in der Präjuvenilperiode neben der Knochenmark-erythropoiese eine intensive Erythrocytenbildung in Milz und Leber vor. Diese zusätzliche Leistung des hämopoietischen Systems lässt sich mit transitorischen Bildungen, wie z. B. Schnabelwulst, Ohrverschluss und Federversenkungen vergleichen, die für die Ontogenese der Nesthocker beschrieben sind.

5. Für *Galli* und *Passeres* stellen wir je einen Gruppentypus der Erythrocyten fest. Der Vergleich von Gruppenvertretern mit ähnlicher Lebensweise und entsprechendem Körpergewicht, zeigt für die höher cerebralisierte Form die physiologisch wirksameren Erythrocytenverhältnisse.

Résumé

Description approfondie de la genèse des leucocytes acidophiles d'oiseau et comparaison avec les leucocytes neutrophiles et éosinophiles de l'homme et des mammifères.

Les leucocytes, qui chez les oiseaux sont granulés en cristaux, correspondent de par de leur genèse aux neutrophiles, ceux qui ont une granulation amorphe, aux éosinophiles des mammifères.

Les deux parties principales donnent une description détaillée des globules rouges et blanches et de leurs formules, ainsi que de l'hématopoïèse hépatique, splénique et médullaire dans l'ontogénèse de la poule domestique (*Gallus gallus* L.) et de l'étourneau (*Sturnus v. vulgaris* L.).

Il en ressort qu'il existe des critères typiques pour les homoiothermes, pour les oiseaux et même pour chaque espèce examinée.

Le critère le plus typique pour l'oiseau se trouve être une augmentation du nombre des érythrocytes et de l'hémoglobine dans la phase postembryonnaire, correspondant à la période du premier vol.

C'est par l'hématopoïèse que se distinguent avant tout les espèces. Chez la poule, l'hématopoïèse du sac vitellin une fois terminée, l'érythropoïèse se limite à la moelle, tandis qu'il existe chez l'étourneau une formation accessoire d'érythrocytes dans la rate et le foie. Cette fonction supplémentaire du système hématopoïétique peut se comparer à des formations transitoires, qui se manifestent dans l'ontogénèse des nidicoles.

Chez les *gallinacées* et les *passereaux* nous trouvons un type d'hématies spécifique pour le groupe. La comparaison de représentants de ces deux groupes, ayant un mode de vie semblable et un poids correspondant, montre que les hématies de la forme la plus cérébralisée, sont physiologiquement plus actives.

Summary

The genesis of the acidophile avian leucocytes is thoroughly described and compared with the neutrophile and eosinophile leucocytes of man and mammals. The cristalloid granulated avian leucocytes correspond in their origin with the neutrophiles, the amorphous granulated avian leucocytes with the eosinophiles of mammals.

The two chief parts give a detailed description of the red and white blood cells, as well as of the hemopoiesis in liver, spleen and bone marrow, during the ontogenesis of *Gallus gallus* L. and *Sturnus v. vulgaris* L. Characteristics were found which are specific for the hemoiothermic vertebrates, others specific for the avians, which differ for each of the two examined species.

The most important characteristic typical for the avians is an increase in the rate of the multiplication of the red blood cells and the hemoglobin, which coincides with the development of the ability to fly.

Striking differences exist in the hemopoiesis of the two species. With the chicken the erythropoiesis is limited to the bone marrow, as soon as the blood formation in the yolk'sac ceases. With the starling an intensive erythropoiesis in liver and spleen occurs in the prejuvenile period, in addition to the erythropoiesis of the bone marrow. This additional performance of the hemopoietic system is comparable to the transitory organs, which occur in the ontogenesis of nidifugous birds.

Galli and *passeres* have a different type of erythrocytes. A comparison of members of both groups with similar living habits and corresponding body weight show a physiologically more efficient type of erythrocyte in the species with the higher degree of cerebralisation.

Literaturverzeichnis

- Agress, H.* and *H. Downey*, Fol. Haemat. 55/56, 207—217, 1936/37. — *Brock, J.*, Biologische Daten für den Kinderarzt, Julius Springer, Berlin 1932. — *Buddenbrock, W. v.*, Grundriss der vergleichenden Physiologie, Bd. II. Borntraeger Berlin 1939. — *Clara, M.*, Entwicklungsgeschichte des Menschen, Quelle u. Meyer, Leipzig 1938. — *Cullen, E. K.*, Bull. Johns Hopkins Hospital 14, 352—356, 1903. — *Dantschakoff, W.*, Fol. Haemat. 4, Suppl. Heft 2, 159, 1907. — Anat. Hefte, 37, 471, 1908 a). — Arch. mikrosk. Anat. 73, 117, 1908 b). — Arch. mikrosk. Anat. 74, 855, 1909. — Amer. J. Anat. 21, 407, 1917. — *Dawson A. B.*, Z. Zellforsch. u. mikrosk. Anat. 24, 256—268, 1936. — *Forkner, C. E.*, J. exper. Med. 50, 121—141, 1929. — *Glanzmann E.*, Ergebw. Physiol. 44, 473—555, 1941. — *Greschik, A.*, Aquila, 22, 133, 1915. — *Groebbels, F.*, Der Vogel, Bd. I u. II, Borntraeger, Berlin 1932. — *Haff, R.*, Arch. mikrosk. Anat. 84, 321, 1914. — *Hegner, R.* and *R. Hewitt*, Science 85, 568—569, 1937. — *Homma, H.*, Fol. Haemat. 55/56, 225—232, 1936/37. — *Jolly, J.*, C. r. Soc. Biol. Paris 71, 259—261, 1911. — *Joos, Ch.*, Verh. Natf. Ges. Basel 53, 15—70, 1941. — *Juhn, Mary* and *L. V. Domm*, Amer. J. Physiol. 94, 656—661, 1930. — *Kalabukov, N.* u. *V. Rodinov*, Fol. Haemat. 52, 145—158, 1934. — *Kasarinoff, K.*, Fol. Haemat. 10, 391, 1910. — *Kindred, J. E.* and *E. L. Corey*, Anat. Rec. 47, 213—227, 1930. — *Klieneberger, K.* u. *W. Carl*, Die Blutmorphologie der Laboratoriumstiere. Joh. Ambr. Barth, Leipzig 1927. — *Knoll, W.*, Denkschr. Schweiz. Naturforsch. Ges. 64, Abh. 1, 69, 1927. — Beobachtungen über die Blutzellbildung bei Barten- und Zahnwalembryonen, Sonderdruck aus Z. f. Fischerei u. deren Hilfswissenschaften, Beiheft 2, «Walforschung II.», J. Neumann, Neudamm u. Berlin 1942. — *Kunde, M. M.*, *M. F. Green*, *E. Chagnon* and *E. Clark*, Amer. J. Physiol. 99, 463—468, 1932. — *Landauer, W.* u. *L. T. David*, Fol. Haemat. 50, 1—14, 1933. — *Lange, W.*, Zool. Jb. (Abt. Allg. Zool.) 36, 657, 1919. — *Loewenthal, N.*, J. Anat. et Physiol. 45, 97, 1909. — *Mjassajedoff, S. W.*, Fol. Haemat. 32, 263, 1926. — *Mundorff, H.*, Z. mikr.-anat. Forsch. 9, 468—498, 1927. — *Nice, B. L.*, *M. Nice* and *R. M. Kraft*, Willson Bull. 47, 120—124, 1935. — *Olson, C.*, Cornell Veterinarian 17, 235—263, 1937. — *Portmann, A.*, Acta biotheoret. 1, 59—90, 1935. — Rev. suisse Zool. 45, 273—348, 1938. — Rev. suisse Zool. 49, 169—185, 1942. — *Alauda* 14, 2—20, 1946. — *Alauda* 15, 1—15 u. 161—171, 1947. — *Riddle, O.* and *P. F. Braucher*, Amer. J. Physiol. 108, 554—566, 1934. — *Riddle, O.* and *G. E. Cauthen*, Amer. J. Physiol. 122, 480—485, 1938. — *Sabin, F. R.*, *F. R. Miller*, *K. C. Smithburn*, *R. M. Thomas*, and *L. E. Hummel*, J. exper. Med. 64, 97—120, 1936. — *Sandreuter, A.*, Verh. Natf. Ges. Fribourg 1945, p. 177. — *Schmidt-Reuter*, Fol. Haemat. 55/56, 368—385, 1936/37. — *Shaw, A. T. B.*, J. Path. 37, 411—430, 1933. — *Stresemann, E.*, Aves, Kückenthal-Krumbach, Handb. Zool. Bd. VII. 2. Hälfte, p. 224. W. de Gruyter u. Co., Berlin 1927—34. — *Sutter, E.*, Denkschr. Schweiz. Naturforsch. Ges. 75, Abh. 1, 1—110, 1943. — *Terni, T.*, Arch. Ital. Anat. e Embryol. 21, 533—561, 1924. — *Tonkoff, W.*, Arch. mikrosk. Anat. 56, 392—457, 1900. — Anat. Anz. 16, 405—406, 1899. — *Undritz, E.*, Schweiz. med. Wschr. 69, 1177, 1939. — Schweiz. med. Wschr. 76, 88—92 u. 115—119, 1946. — Schweiz. med. Wschr. 76, 333—337, 1946. — *Venzlaff, W.*, Arch. mikrosk. Anat. 77, 377—431, 1911.

Curriculum vitae

Am 25. April 1917 wurde ich, Adelheid Sandreuter von Basel, als Tochter des jetzt verstorbenen Kaufmanns Emanuel Sandreuter und seiner Gattin Valerie, Josephine, geb. Lutz, in Basel geboren. In meiner Vaterstadt besuchte ich die Diez'sche Privatschule und das Mädchengymnasium, an welchem ich im Frühjahr 1935 die Maturitätsprüfung ablegte. Nach einem halbjährigen Aufenthalt in Irland wurde ich an der philosophisch naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Basel immatrikuliert.

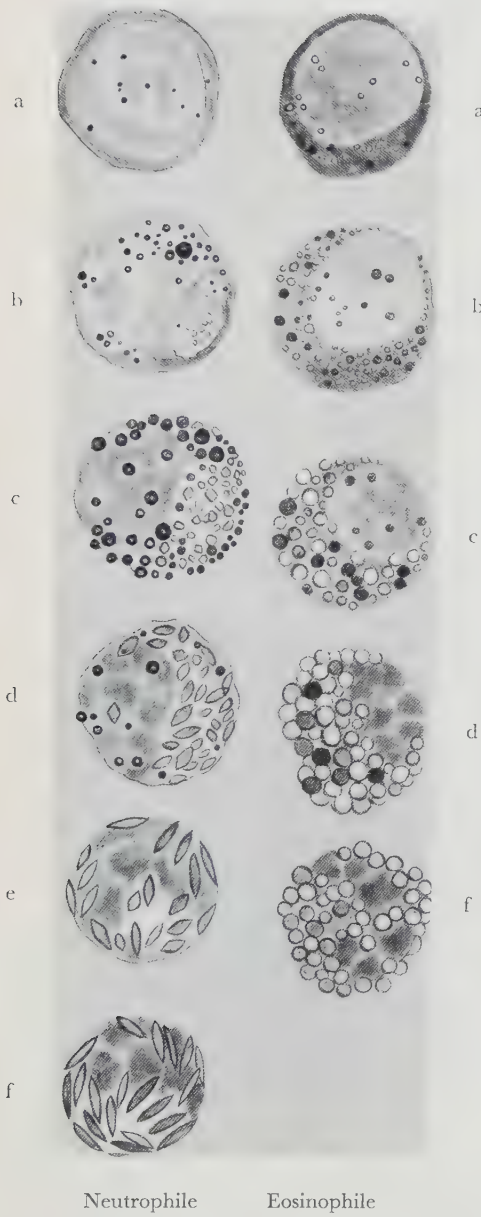
Vorlesungen und Kurse belegte ich bei den Herren Professoren und Dozenten *H. Bloch, F. Fiechter, M. Geiger-Huber, R. Geigy, A. Hagenbach, E. Handschin, H. Hediger, E. Heitz, K. C. King, K. Meuli, H. Mistlin, A. Portmann, P. Ruggli, H. Rupe, O. Schüepp, G. Senn, F. Speiser, G. Wolf-Heidegger, A. Zeller*, und Frau Professor *E. Mahler*.

Von 1942—1947 übernahm ich an der Zoologischen Anstalt Basel die Stelle des zweiten Assistenten.

Die vorliegende Dissertation ist unter der Leitung von Herrn Prof. A. Portmann entstanden.

Allen meinen Lehrern möchte ich an dieser Stelle für die wertvollen, vielfältigen Anregungen während meiner Studienzeit den herzlichsten Dank aussprechen.

Tafel 1



Schema der Genese der amorphgranulierten und der kristalloidgranulierten acidophilen Vogelleukocyten.

(a) Promyelocyt I, (b) Promyelocyt II, (c) und (d) Myelocyten, (e) und (f) Metamyelocyten.

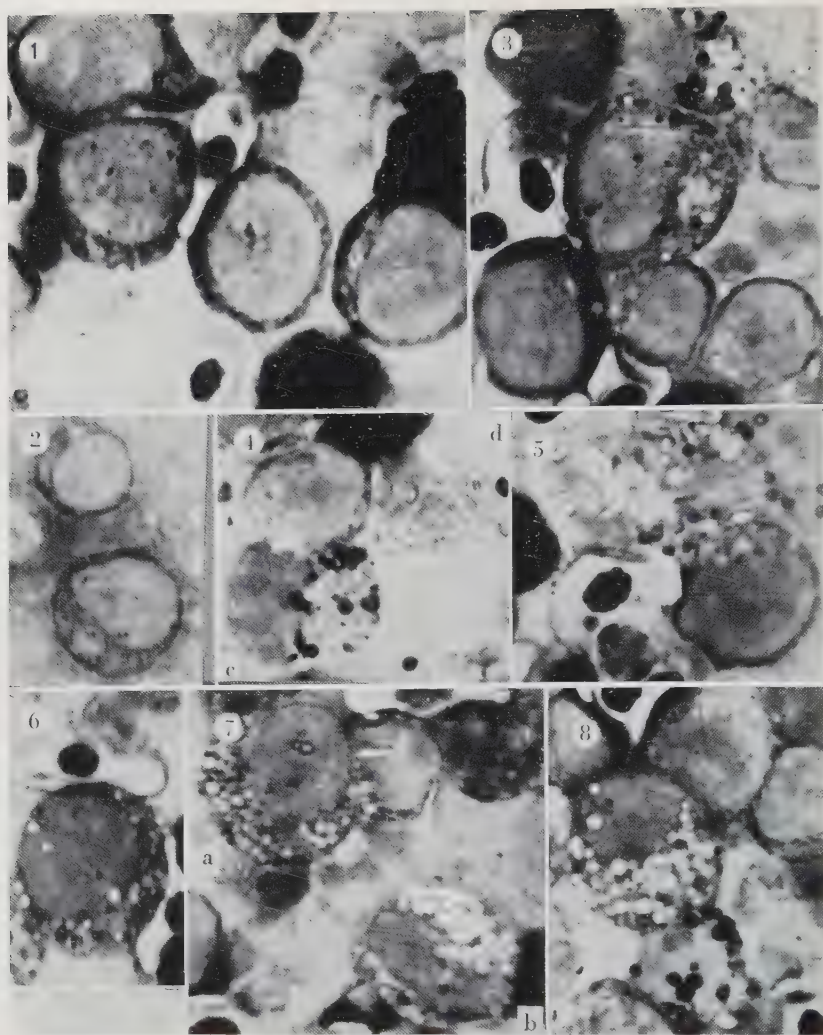


Abb. 1, Stammzellen der Neutrophilen und neutrophiler Promyelocyt I mit den ersten Körnern der azurophilen Progranulation. Milzausstrich, Leghorn, 10. e Tag. — Abb. 2, Neutrophiler Promyelocyt I mit aufgehellter Sphäre. Leberausstrich, Leghorn, 12. e Tag. — Abb. 3, Junger neutrophiler Promyelocyt II. In der Sphäre stark lichtbrechende Körnchen der definitiven eosinophilen Granulation. Milzausstrich, Leghorn, 11. e Tag. — Abb. 4, (c) Halbreifer neutrophiler Myelocyt. Eosinophile Körner stark vermehrt. Neben der Azurgranulation unregelmässig geformte, rundliche bis haferkornförmige kristalloide eosinophile Granula. (d) Neutrophiler Metamyelocyt. Ohne Azurgranulation; enthält haferkorn- bis spindelförmige Granula. Milzausstrich, Star, 10. e Tag. — Abb. 5, Nahezu reifer neutrophiler Myelocyt, der nur noch vereinzelte azurophile Körner und neben haferkornförmigen eosinophilen Einschlüssen bereits Spindelgranula ausgebildet hat. Milzausstrich, Star, 10. e Tag. — Abb. 6, Eosinophiler Promyelocyt II. Im Protoplasma und auf dem Kern stark lichtbrechende achromatische und azurophile Granula. Milzausstrich, Leghorn, 14./15. e Tag. — Abb. 7, (a) Halbreifer eosinophiler Myelocyt mit achromatischen, eosinophilen und azurophilen Körnern. (b) Eosinophiler Metamyelocyt mit ausgereifter eosinophiler Granulation. Milzausstrich, Leghorn, 14./15. e Tag. — Abb. 8, Nahezu reifer eosinophiler Myelocyt. Nur noch vereinzelte azurophile Körner. Im Vergleich zum halbreifen Myelocyt stark vergrößerte Granula. Milzausstrich, Leghorn, 16. e Tag. 1800>

Tafel III

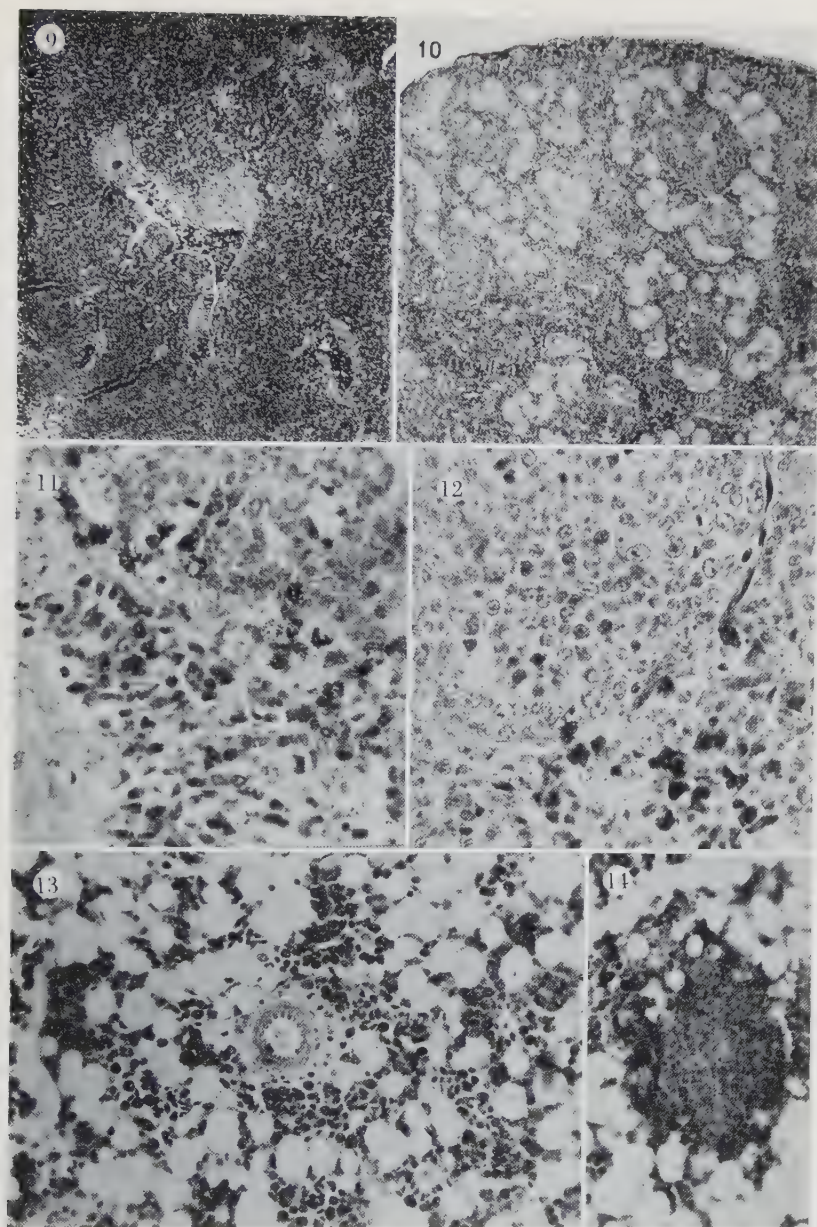


Abb. 9, Lymphknoten des periportalen Bindegewebes. Leber, Star, adult. 117 $\times$. — Abb. 10, Milzquerschnitt, Star, adult. Im Innern der Kapillarringe Knötchenarterien und Malpighische Körperchen. 117 $\times$. — Abb. 11, Reife Neutrophile und neutrophile Myelocyten in der Grenzzone von roter und weisser Milzpulpa konzentriert. Milz, Star, adult. 585 $\times$. — Abb. 12, Malpighisches Körperchen. Durch collagene Bindegewebsscheide deutlich von umgebender weisser Pulpa abgegrenzt. Milz, Star, adult. 585 $\times$. — Abb. 13, Schnitt durch blutbildendes Femurmark, Star, adult. 520 $\times$. — Abb. 14, Marklymphknoten, Femurmark, Star, adult. 520 $\times$.

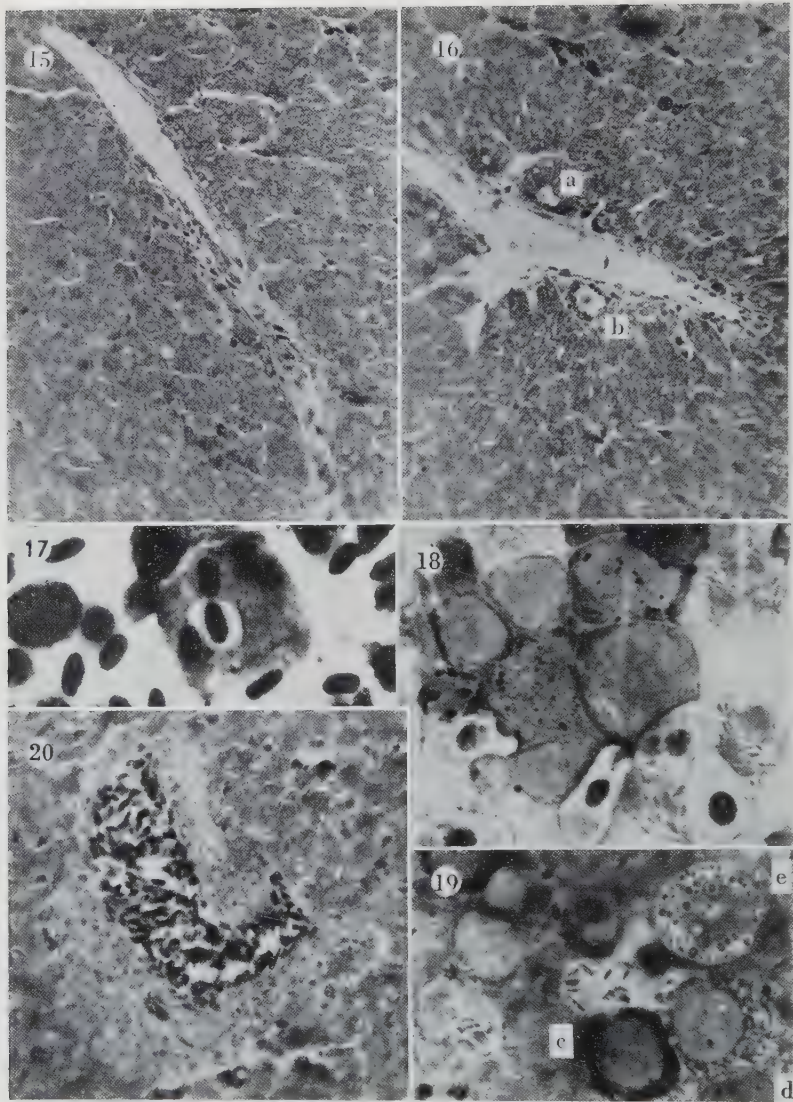


Abb. 15, Leber, Leghorn, 10. e Tag, Kapillaren und Sinusoide der Centralvenen durch flaches Endothel begrenzt. Um Vena omphalomesenterica mehrschichtige Hülle ausgebildet. In den englumigen Sinusoiden eingeschwemmte Erythrocyten I, Erythrocyten II, Hämocytoblasten und reife Neutrophile. 520 $\times$. — Abb. 16, Leber, Leghorn, 12. e Tag. In der Umgebung der Zentralvene sind Gallenkanälchen (a) und Leberarterien (b) angelegt. Die reticuläre Venenscheide ist mit Hämocytoblasten und Granulocyten infiltriert. 520 $\times$. — Abb. 17, Endothelialer Leberphagocyt, Leghorn, 14. e Tag. 1170 $\times$. — Abb. 18, Leberausstrich, Leghorn, 10. e Tag. Hämocytoblasten und 2 neutrophile Promyelocyten I; dabeben eingeschwemmte Erythrocyten II und segmentkernige Neutrophile. 1170 $\times$. — Abb. 19, Leberausstrich, Leghorn, 14./15. e Tag. (c) Junger eosinophiler Promyelocyt I, (d) eosinophiler Promyelocyt II, (e) halbreifer eosinophiler Myelocyt. 1170 $\times$. — Abb. 20, Leber, Leghorn, 30. pe Tag. Portalgefäß von dichter lymphadenoider Scheide umgeben. 520 $\times$.

Tafel V

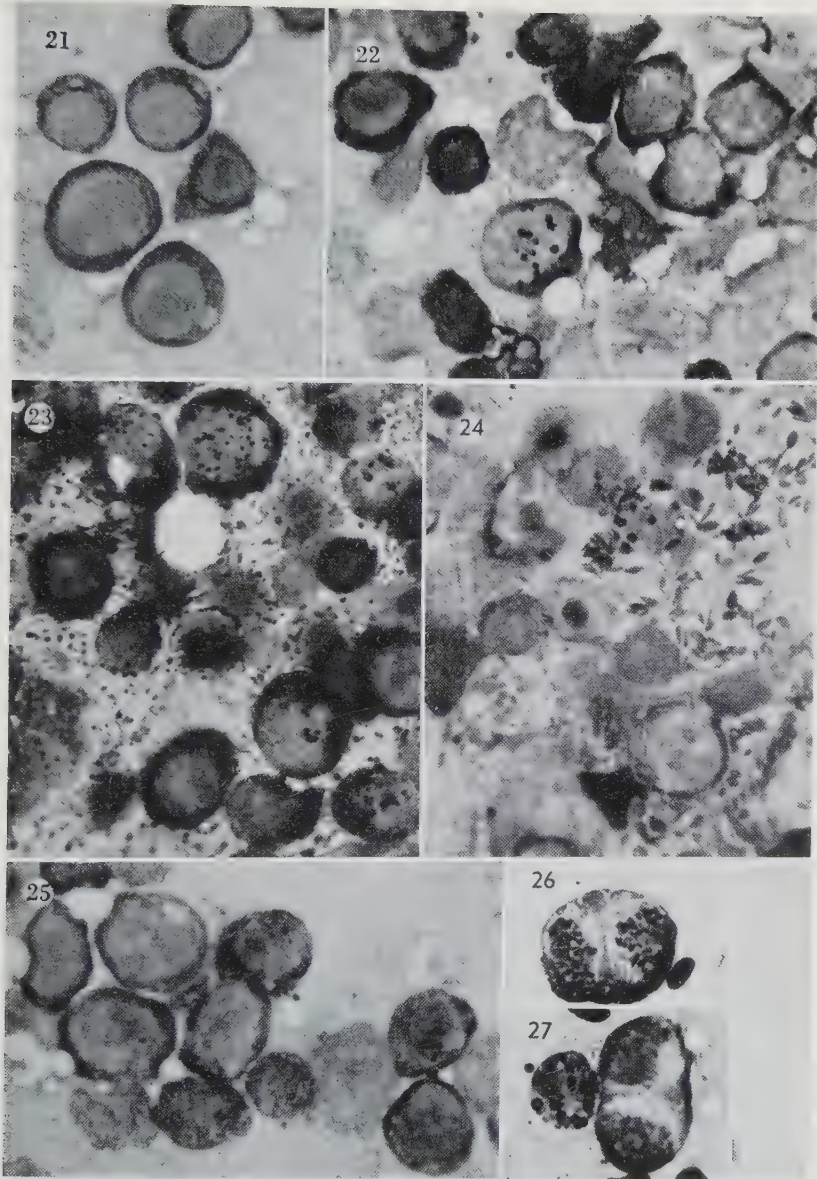


Abb. 21, Milzausstrich, Leghorn, 10. e Tag. Hämocytoblasten mit Sphären. 1170 $\times$. — Abb. 22, Milzausstrich, Leghorn, 10. e Tag. Hämocytoblasten und neutrophiler Promyelocyt I. 1170 $\times$. — Abb. 23, Milzausstrich, Leghorn, 12. e Tag. Neutrophile Promyelocyten I und Promyelocyten II. Der ganze Ausstrich ist mit azurophilen Körnern dieser dominierenden Zellart übersät. 1170 $\times$. — Abb. 24, Milzausstrich, Leghorn, 16. e Tag. In der oberen Bildhälfte neutrophile Myelocyten und Metamyelocyten, dazwischen ein basophiler Myelocyt. 1170 $\times$. — Abb. 25, Milzausstrich, Leghorn, 12. e Tag. Grosse und kleine Milz-hämoctoblasten, die nach *Dantschakoff* die Vorläufer der Lymphocyten-Reihe darstellen. 1170 $\times$. — Abb. 26, Milzausstrich, Leghorn, 18. e Tag. Lymphoblasten-Mitose. 1170 $\times$. — Abb. 27, Milzausstrich, Leghorn, 18. e Tag. Polymphocyten-Mitose. 1170 $\times$.

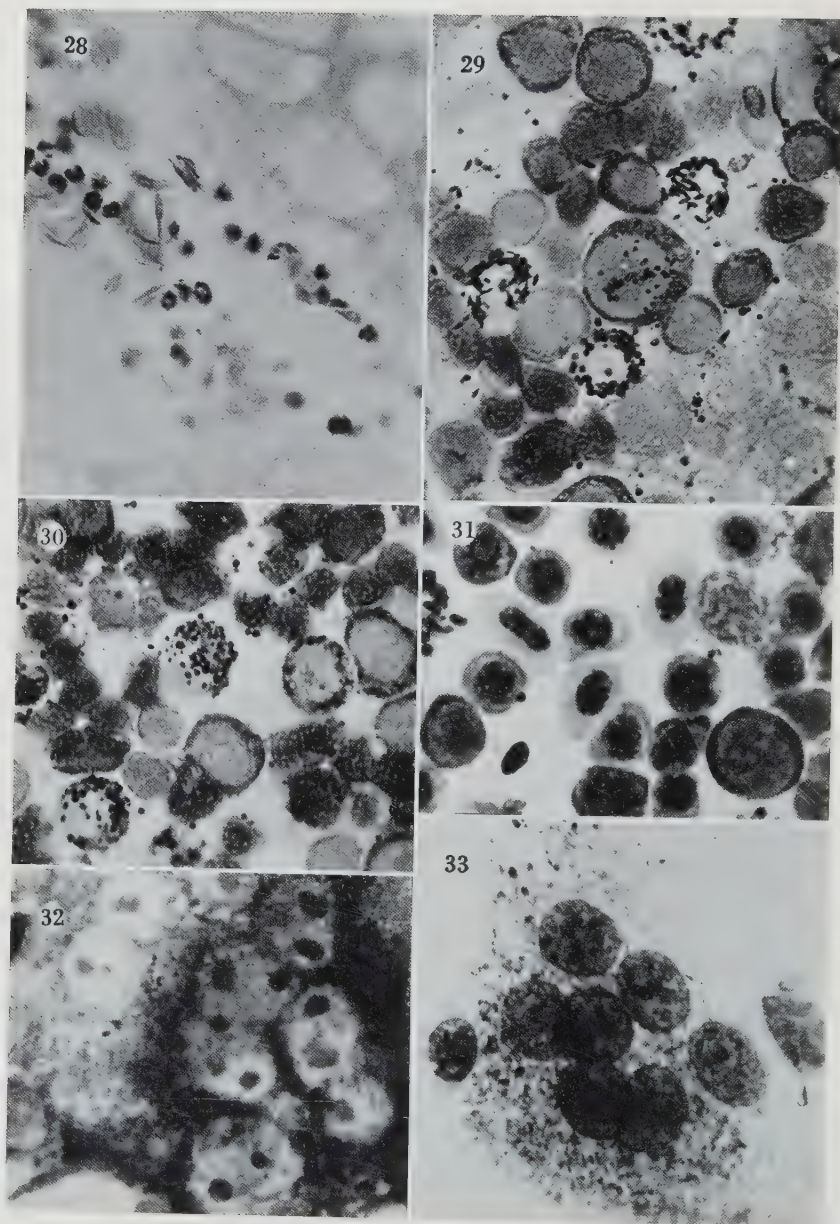


Abb. 28, Schnitt durch Femur, Star, 11./12. e Tag. Primäres Markreticulum mit Erythrocyten I und reifen neutrophilen Granulocyten. 585 $\times$. — Abb. 29, Knochenmarksausstrich, Star, 3. pe Tag. In der Bildmitte neutrophiler Promyelocyt I, basophiler Myelocyt, 2 segmentkernige Neutrophile von Hämyocytoblasten, Proerythroblasten und Erythroblasten umgeben. 1053 $\times$. — Abb. 30, Knochenmarksausstrich, Star, 6. pe Tag. Reifere Elemente stark vermehrt. Zwischen Hämyocytoblasten, Proerythroblasten und Erythroblasten 2 unreife neutrophile Myelocyten und rechts ein eosinophiler Myelocyt. 1053 $\times$. — Abb. 31, Knochenmarksausstrich, Star, 30. pe Tag. Bildungsstadien der Erythrocyten. Proerythroblasten, basophile und polychromatische Erythroblasten, Proerythrocyten. 1170 $\times$. — Abb. 32, Chondrioblasten. Knochenmark, Star, 3. pe Tag. 1800 $\times$. — Abb. 33, Osteoklast. Knochenmark, Star, 45. pe Tag. 1800 $\times$.

Tafel VII

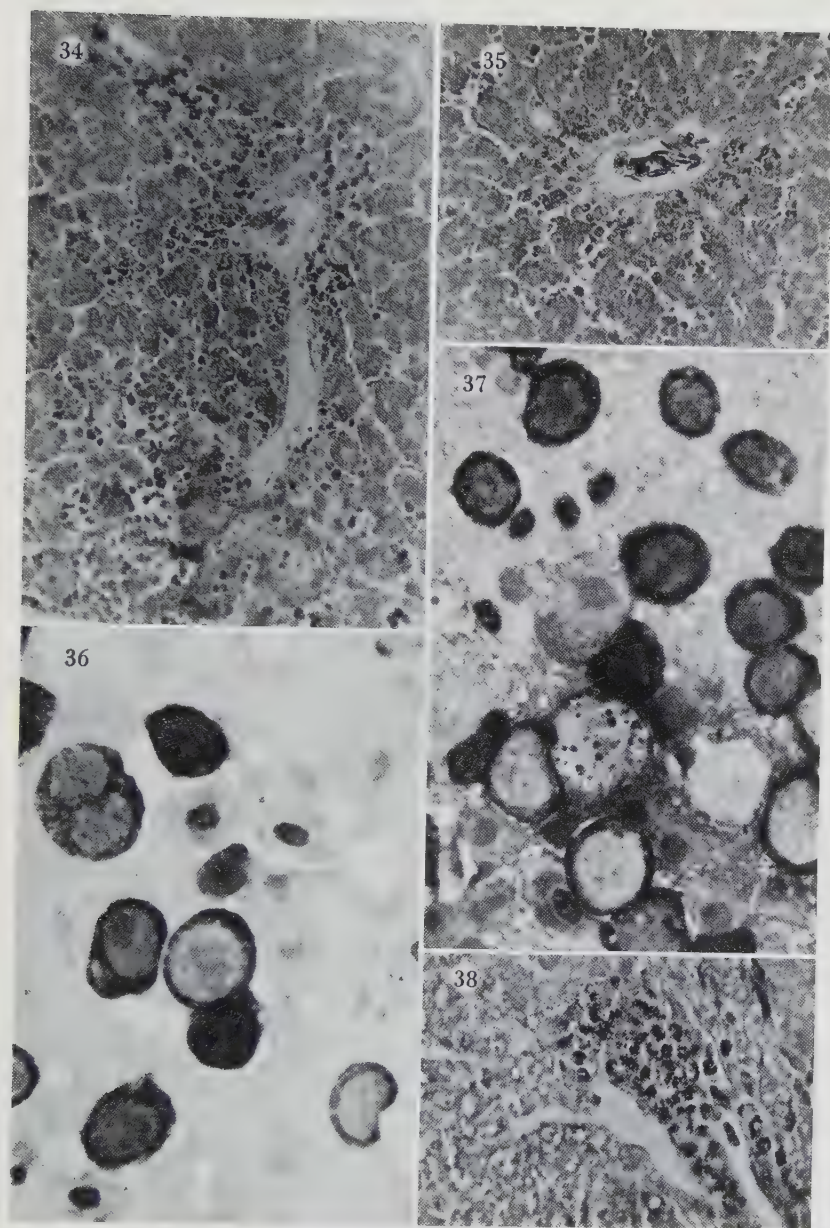


Abb. 34, Längsschnitt, Abb. 35, Querschnitt durch die Leber, Star, 10. e Tag. Die reticuläre Scheide der Portalvene ist mit zahlreichen Granulocyten infiltriert. In den weiltumigen Sinusoiden sind Hämocytoblasten angehäuft. 520 $\times$. — Abb. 36, Leberausstrich, Star, 10. e Tag. Hämocytoblasten und Hämocytoblastenmitose, Leberzellkerne und Erythrocyten II. 1170 $\times$. — Abb. 37, Leberausstrich, Star, 10. e Tag. Neutrophiler Promyelocyt II von grossen und kleinen Hämocytoblasten umgeben. In der oberen Bildhälfte Leberzellkerne und reife Erythrocyten II. 1170 $\times$. — Abb. 38, Leber, Star, 12./13. e Tag. Periportale Scheide mit stark verdichteter Granulocyteninfiltration. 720 $\times$.

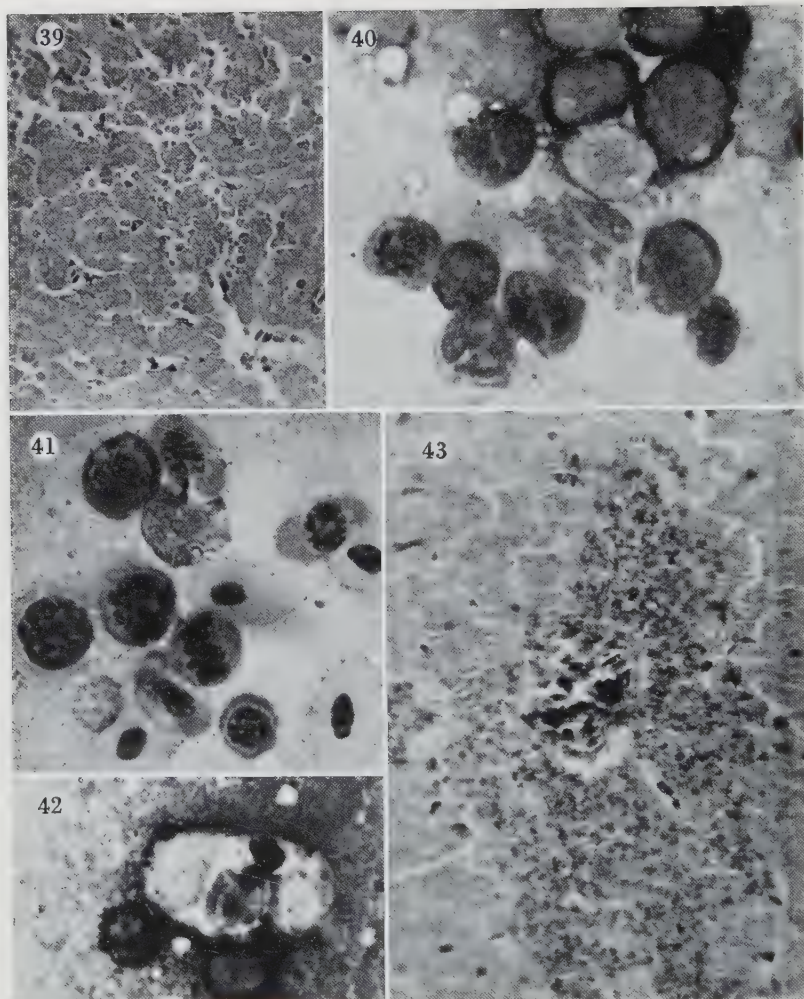


Abb. 39, Leber, Star, 0.—5. pe Tag. Sinusoide erweitert und mit dichten Lagern von unreifen Erythrocyten angefüllt. 520 $\times$. — Abb. 40, Leberausstrich, Star, Schlüpfstag. Neben zahlreichen Hämocytoblasten treten die ersten Proerythroblasten und Erythroblasten auf. 1170 $\times$. — Abb. 41, Leberausstrich, Star, 3. pe Tag. In der Bildmitte 2 Erythroblasten-mitosen umgeben von Proerythroblasten, Erythroblasten, Proerythrocyten und Erythrocyten II. 1170 $\times$. — Abb. 42, Leberausstrich, Star, 2. pe Tag. Endothelialer Leberphagocyt mit phagocytierten Erythrocyten und Granulocytenresten. 1170 $\times$. — Abb. 43, Leber, Star, 28. pe Tag. Portalgefäß von dichter lymphadenoider Scheide umgeben. 520 $\times$.

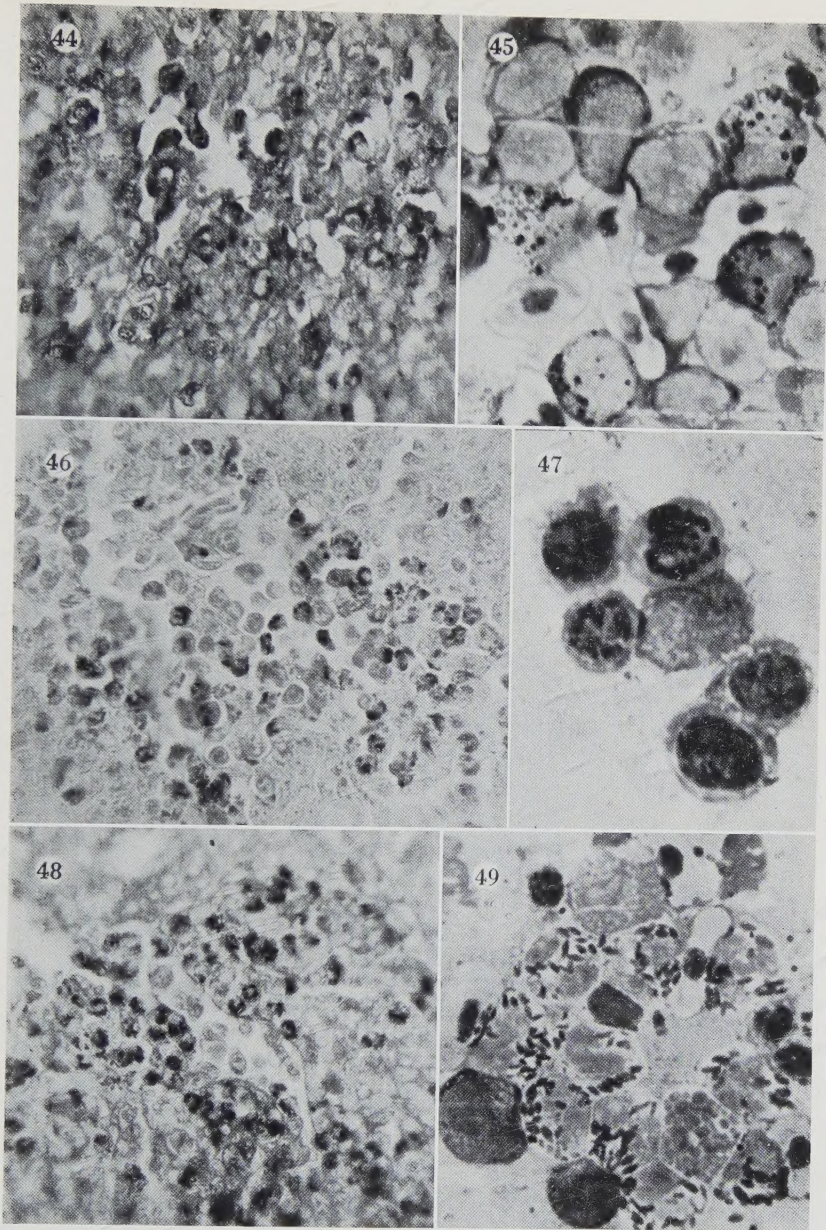
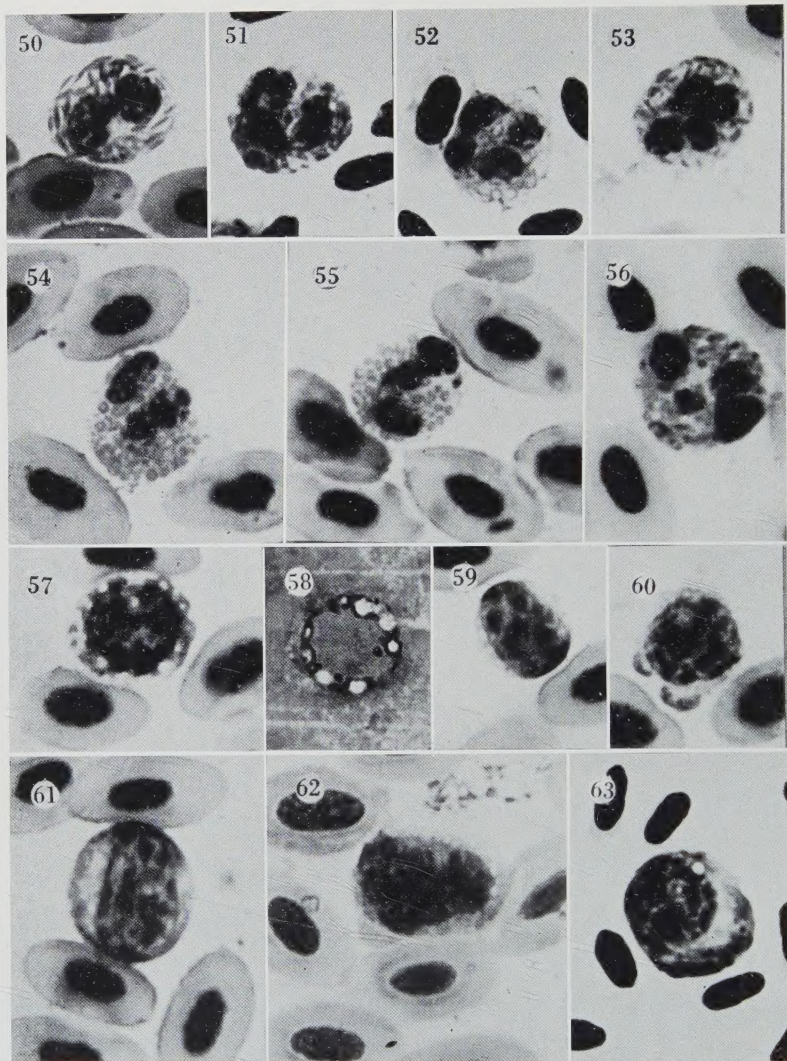


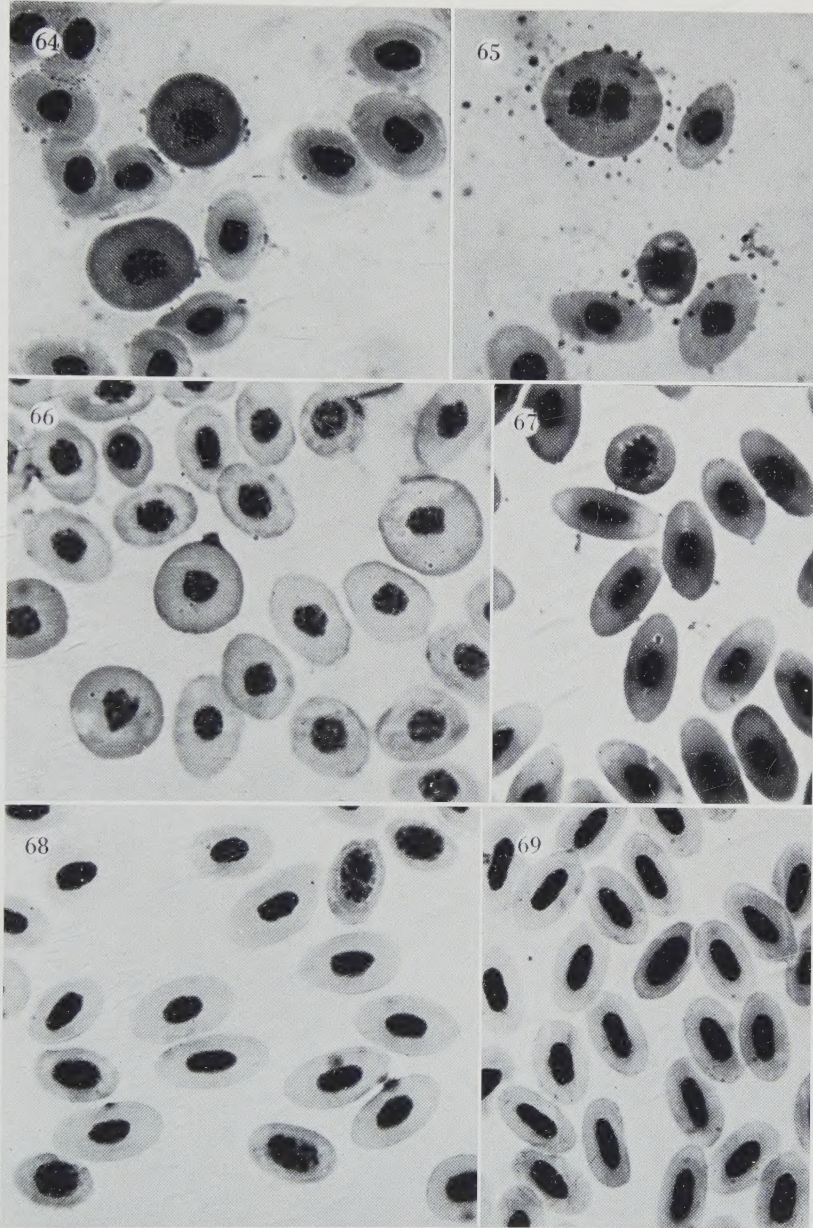
Abb. 44, Milz, Star, 8. e Tag. In den Lücken des Milzparenchyms sind Erythrocyten I, Erythrocyten II, Hämocytoblasten und vereinzelte Granulocyten zu erkennen. 585 $\times$. — Abb. 45, Milzausstrich, Star, der dem Schnittbild des 8. e Tags entspricht. Hämocytoblasten und 2 neutrophile Promyelocyten II. In der oberen Bildhälfte 2 neutrophile Myelocyten mit verschiedenstadiger Ausbildung der eosinophilen Granulation. 1170 $\times$. — Abb. 46, Milz, Star, Schlüpftag. Milzsinus von Hämocytoblasten, Proerythroblasten und unreifen Granulocyten ausgefüllt. 585 $\times$. — Abb. 47, Milzausstrich, Star, Schlüpftag. Proerythroblastenmitose, Hämocytoblast, 3 Proerythroblasten und ein basophiler Erythroblast. 1170 $\times$. — Abb. 48, Milz, Star, 5. pe Tag. Proerythroblasten und Erythroblasten kommen in den Milzsinusoiden bis zum 8. pe Tag vor. Die Sinuswand ist von Granulocytenherden umgeben. 585 $\times$. — Abb. 49, Milzausstrich, Star, 5. pe Tag. Neutrophile Metamyelocyten mit allen Übergangsformen von haferkorn- bis spindelförmigen Granula. Dazwischen Hämocytoblasten, Erythroblasten und Erythrocyten II. 1170 $\times$.



Weisses Blutbild, Star

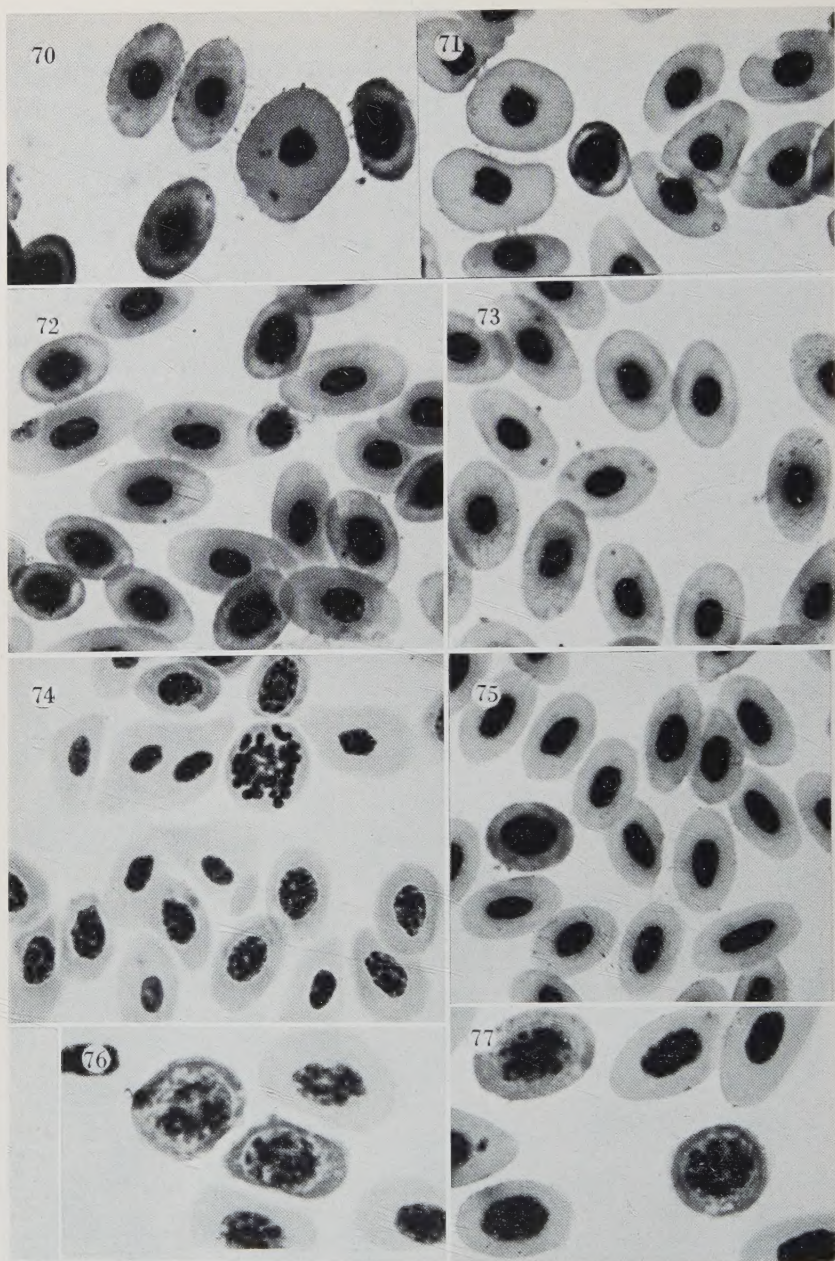
Abb. 50—52, Segmentkernige Neutrophile mit 2—4 Kernsegmenten. — Abb. 53, Segmentkerniger Neutrophiler mit 4 Kernsegmenten aus *Leghornblut*. — Abb. 54—56, Segmentkernige Eosinophile mit 2—4 Kernsegmenten. — Abb. 57, Blutbasophiler mit aufgelöster Granulation. — Abb. 58, Basophiler Myelocyt aus der Milz mit teilweise aufgelöster Granulation. — Abb. 59 u. 60, Kleiner Lymphocyt. — Abb. 61, Grosser Lymphocyt. — Abb. 62, Monocyt. — Abb. 63, Plasmazelle. 1800 $\times$.

Tafel XI



Rotes Blutbild, Leghorn

Abb. 64, Blut, 8. e Tag. Erythrocyten I und Erythrocyten II. — Abb. 65, Blut, 8. e Tag. Erythrocyten I mit Doppelkern, Proerythrocyten und Erythrocyten II. — Abb. 66, Blut, 12. e Tag. Starke Anisocytose, Erythrocyten I und Erythrocyten II. — Abb. 67, Blut, Schlüpfmoment. Ausser seltenen Proerythrocyten II nur Erythrocyten II. Das einheitliche Blutbild erinnert an die Verhältnisse beim adulten Tier. — Abb. 68, unreifes Blutbild des 5. pe Tags. Erythrocyten und Proerythrocyten II. — Abb. 69, Blut, adult. In der oberen Bildhälfte ein Proerythrocyt II. 1170 $\times$.



Rotes Blutbild, Star

Abb. 70, Blut, 8. e Tag. Erythrocyt I, Erythrocyten und Proerythrocyten II. 1170 $\times$. — Abb. 71, Blut, 10. e Tag. Starke Anisocytose. 2 reife Erythrocyten I, Proerythrocyt und Erythrocyten II. 1170 $\times$. — Abb. 72, Blut, 12. e Tag. Anisocytose und hoher Anteil an Proerythrocyten II. 1170 $\times$. — Abb. 73, Blut, Schlüpfmoment. Ausser seltenen Proerythrocyten II nur Erythrocyten II. Vollständig reifes Blutbild, vom Adultblut nur durch Zellgrösse und Hb-Gehalt unterschieden. 1170 $\times$. — Abb. 74, Blut, 3. pe Tag. Anisocytose. Erythroblasten-Mitose, Proerythrocyten und Erythrocyten II. 1170 $\times$. — Abb. 75, Ausgereiftes Blut, adult. In der linken Bildhälfte ein Proerythrocyt II. 1170 $\times$. — Abb. 76, Blut, 3. pe Tag. Polychromatische Erythroblasten II. 1800 $\times$. — Abb. 77, Blut, 3. pe Tag. Proerythrocyt II und Übergangsform polychromatischer Erythroblast-Proerythrocyt II. 1800 $\times$.